

EVERTON ROGER SEPKA

**ESTUDO DE MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS A BROMELIACEAE
EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL,
COM ÊNFASE NA FAMÍLIA SYRPHIDAE (DIPTERA)**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de
Pós Graduação em Ciências Biológicas – Área
de concentração em Entomologia do Setor de
Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Luciane Marinoni

CURITIBA
2008

**ESTUDO DE MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS A BROMELIACEAE
EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL,
COM ÊNFASE NA FAMÍLIA SYRPHIDAE (DIPTERA)**

EVERTON ROGER SEPKA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre,
pelo Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Área de concentração
em Entomologia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Paraná, pela Comissão formada pelos professores :

Dr. (a): Luciane Marinoni (Orientadora)

Dr (a): Mário Antônio Navarro da Silva

Dr (a): Carlos Brisola Marcondes

Dr (a): Cibeles Stramare Ribeiro-Costa (suplente)

Curitiba, maio de 2008

“Biodiversity, the planet’s most valuable resource, is on loan to us from our children.”

Edward O. Wilson

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas de curso

Aos professores

Aos amigos e familiares, em especial meus pais

Aos funcionários do Parque Estadual Rio da Onça, pelo grande auxílio durante as atividades de campo

Ao IAP – Instituto Ambiental do Paraná

A Lisiane Dilli Wendt, pelas excelentes fotos

E demais pessoas que de alguma forma incentivaram ou estiveram presentes nos momentos mais difíceis da elaboração deste trabalho

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Classificação e distribuição geográfica da família Syrphidae.....	1
1.2. Biologia e comportamento.....	2
1.2.1. Adultos.....	2
1.2.2. Larvas.....	3
1.3. Classificação e distribuição geográfica da família Bromeliaceae.....	5
1.4. Habitat, reprodução e sucesso biológico das Bromélias.....	6
1.5. Bromélias X fitotelmata X Syrphidae.....	7
1.6. Bromeliaceae e Floresta Atlântica.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral.....	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Área de Estudo.....	13
3.2. Coletas e Identificação de Macroinvertebrados.....	16
3.3. Criação dos Imaturos de Syrphidae	18
3.4. Análise dos resultados.....	19
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Macrofauna das Bromeliaceae.....	21
4.1.1. Caracterização da macrofauna encontrada em Bromeliaceae.....	21
4.1.2. Abundância, riqueza e diversidade nos diferentes meses de coleta e estações do ano.....	22
4.1.3. Ordem Diptera.....	22
4.1.4. Ordem Coleoptera.....	27
4.1.5. Imaturos de Syrphidae coletados em Bromeliaceae.....	28

4.2. Syrphidae adultos obtidos em laboratório.....	29
5. DISCUSSÃO.....	53
5.1. Macrofauna encontrada nas Bromeliaceae.....	53
5.1.1. Ordens Diptera e Coleoptera.....	57
5.2. Fauna de Syrphidae encontrada em Bromeliaceae.....	62
5.3. Sirfídeos adultos obtidos em laboratório.....	64
5.3.1. Gêneros obtidos.....	64
5.3.2. Criação dos estágios larvais.....	65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 13
- Figura 2.** Sede do Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 15
- Figura 3.** “Tapete verde” formado por plantas terrestres da família Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos-PR..... 17
- Figura 4.** Frequência relativa (%) dos filos coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 30
- Figura 5.** Frequência relativa (%) dos táxons mais abundantes, coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 30
- Figura 6.** Frequência relativa (%) das ordens de Insecta mais abundantes, coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 31
- Figura 7.** Variação da abundância de macroinvertebrados coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 31
- Figura 8.** Variação do número de táxons coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 32
- Figura 9.** Variação do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a entomofauna coletada em Bromeliaceae, nas diferentes estações do ano, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 32
- Figura 10.** Variação do número de táxons coletados em Bromeliaceae, nas diferentes estações do ano, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 33
- Figura 11.** Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o diâmetro das plantas (variável independente) e a abundância de macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 33
- Figura 12.** Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o número de folhas das plantas (variável independente) e a abundância de

macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 34

Figura 13. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e a abundância de macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 34

Figura 14. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e o número de táxons (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 35

Figura 15. Flutuação populacional de dípteros coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 36

Figura 16. Variação da abundância de Diptera coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 36

Figura 17. Flutuação populacional de quironomídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 36

Figura 18. Variação da abundância de Chironomidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 37

Figura 19. Flutuação populacional de tipulídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 37

Figura 20. Variação da abundância de Tipulidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 37

Figura 21. Flutuação populacional de culicídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 38

Figura 22. Variação da abundância de Culicidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 38

Figura 23. Flutuação populacional de ceratopogonídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	38
Figura 24. Variação da abundância de Ceratopogonidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	39
Figura 25. Flutuação populacional de dípteros coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	39
Figura 26. Variação da abundância de Coleoptera coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	39
Figura 27. Flutuação populacional de Scirtidae coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	40
Figura 28. Variação da abundância de Scirtidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	40
Figura 29. Flutuação populacional de lampirídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	40
Figura 30. Variação da abundância de Lampiridae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.....	41
Figuras 31-38. Larvas de Syrphidae coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR. 31 e 33 - aspecto geral do corpo, vista lateral, 32 – apêndices locomotores, 34 e 35 – aspecto geral do corpo, vista dorsal, 36 – aspecto geral do corpo, vista ventral mostrando as ventosas, 37 e 38 – sífões respiratórios.....	42
Figura 39. Variação da frequência relativa (%) de larvas de Syrphidae coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.....	43
Figura 40. Distribuição das larvas de Syrphidae em diferentes classes de diâmetro, de Bromeliaceae coletadas no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.....	43

Figura 41. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o diâmetro das plantas (variável independente) e a abundância de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 44

Figura 42. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o número de folhas das plantas (variável independente) e a frequência relativa de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 44

Figura 43. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e a abundância de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007..... 45

Figuras 44-51. *Lejops barbiellinii*. 44 - adulto, vista dorsal, 45 - adulto, vista lateral, 46 – larva, vista dorsal, 47 – larva, vista ventral, 48 – larva, apêndices locomotores, 49 – larva, sifão respiratório, 50 – pupa, vista dorsal, 51 – espiráculos da pupa..... 46

Figuras 52-59. *Copestylum* sp. 52 - adulto, vista dorsal, 53 - adulto, vista lateral, 54 – larva, vista dorsal, 55 – larva, porção dorsal anterior, 56 – larva, porção ventral posterior, 57 – pupário, vista dorsal, 58 – espiráculo, 59 – opérculo do pupário..... 47

Figuras 60-67. *Quichuana* sp. 60 - adulto, vista dorsal, 61 - adulto, vista lateral, 62 – adulto, vista lateral da cabeça, 63 – larva, vista dorsal, 64 – larva, porção dorsal anterior, 65 – pupário, vista lateral, 66 – espiráculo, 67 – opérculo do pupário..... 48

LISTA DE TABELAS

Tabela I. Abundância, relação da abundância mensal/abundância total, frequência relativa e captura média de Diptera coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 49

Tabela II. Famílias de Diptera: número total de indivíduos por família e porcentagem da relação família/toral de dípteros coletados na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 49

Tabela III. Famílias de Diptera: número absoluto de exemplares coletados por mês na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 49

Tabela IV . Índice de correlação entre a distribuição dos exemplares ao longo do período de coleta - Diptera e famílias e entre famílias..... 50

Tabela V . Precipitação acumulada (mm) nos diferentes meses de coleta..... 50

Tabela VI. Índices de correlação entre a abundância da ordem Diptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada ao longo do período de coleta..... 50

Tabela VII. Índices de correlação entre a abundância da ordem Diptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada um, três e cinco dias antes da realização das coletas..... 51

Tabela VIII. Abundância, relação da abundância mensal/abundância total, frequência relativa e captura média de Coleoptera coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 51

Tabela IX. Famílias de Coleoptera: número total de indivíduos por família e porcentagem da relação família/total de dípteros coletados na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 51

Tabela X. Famílias de Coleoptera: número absoluto de exemplares coletados por mês na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil..... 52

Tabela XI. Índices de correlação entre a abundância da ordem Coleoptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada ao longo do período de coleta..... 52

Tabela XII. Índices de correlação entre a abundância da ordem Coleoptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada um, três e cinco dias antes da realização das coletas..... 52

Tabela XIII. Número total e duração do período pupal, das espécies de Syrphidae obtidas em laboratório, a partir de larvas coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR..... 52

RESUMO

Os ambientes fitotélmicos formados por plantas da família Bromeliaceae constituem microhabitats para várias espécies de microorganismos, plantas e animais, incluindo muitos insetos, dentre estes muitas espécies da família Syrphidae (Diptera). A diversificação de muitos grupos na Região Neotropical está provavelmente relacionada à utilização destes ambientes. De dezembro de 2006 a novembro de 2007, foram coletadas 300 bromélias adultas, numa área de Mata Atlântica situada no Parque Estadual Rio da Onça, cidade de Matinhos, Paraná, a fim de se investigar a macrofauna associada a elas. No total foram coletados 23238 indivíduos, agrupados em cinco filos e 34 táxons. Arthropoda foi o filo mais abundante, representando 97,61% da amostra e a classe Insecta 70,12% dos macroinvertebrados, distribuídos em 21 famílias. Os táxons mais abundantes foram Scirtidae (Coleoptera) (20,58%), Formicidae (Hymenoptera) (19,52%) e Collembola (17,15%); janeiro foi o mês que apresentou o maior número de indivíduos coletados e junho, a menor abundância. O índice de diversidade de Shannon-Wiener, calculado para a entomofauna, mostrou a primavera como sendo a estação mais diversa. Algumas variáveis foram medidas, como diâmetro e número de folhas das plantas e a precipitação acumulada antes das coletas; somente a abundância esteve significativamente relacionada com o diâmetro ($r^2 = 0,0263$, $p = 0,0319$) e o número de folhas ($r^2 = 0,1474$, $p = 0,0000002$). A frequência relativa das larvas de Syrphidae foi muito baixa nas amostras (0,24%) e não esteve relacionada com nenhuma das variáveis medidas. Cinco indivíduos foram obtidos a partir de sirfídeos imaturos, pertencentes a três gêneros, da subfamília Eristalinae: *Lejops*, *Copestylum* e *Quichuana*, sendo o primeiro registro do gênero *Lejops* em ambientes fitotélmicos.

ABSTRACT

The phytotelmic environments formed by plants of family Bromeliaceae constitute microhabitats for several microorganisms, plants and animals species, including a large number of insects, as well many species of Syrphidae family (Diptera). The diversification of several groups in the Neotropical region is probably related to utilization of this environments. 300 adults bromeliads were collected between December 2006 and November 2007, in Atlantic Rain Forest area, situated in borough of Matinhos, Paraná State, to investigate the macrofauna associated to plants. In total, were collected 23238 individuals bracketed in five Phyla and 34 taxa. Arthropoda was the phylum more abundant, representing 97,61% of sample, and the class Insecta, 70,12% of macroinvertebrates, distribute in 21 families. The taxa more abundant were Scirtidae (Coleoptera) (20,58%), Formicidae (Hymenoptera) (19,52%) and Collembola (17,15%); January was the month that presented the great number of individuals collected, and June, the lesser number. The diversity index of Shannon-Wiener, calculated for the entomofauna, showed that the spring was the more diverse station. Some variables were measured, the diameter and the number of leaves of each plant and the precipitation accumulated before the collect; only the abundance was related significantly with the diameter ($r^2=0,0263$, $p=0,0319$) and the number of leaves ($r^2 = 0,1474$, $p=0,0000002$). The relative frequency of Syrphidae larvae was very low in the samples and wasn't related with none of the variables measured. Five individuals were obtained from immature Syrphidae, belonging to three genera, of the Eristalinae subfamily: *Lejops*, *Copestylum* and *Quichuana*. Was the first record to the genera *Lejops*, inhabiting phytotelmic environments.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Classificação e distribuição geográfica da família Syrphidae

Syrphidae possui distribuição mundial. No Novo Mundo, as espécies ocorrem desde os limites norte até a Terra do Fogo e Ilhas Falkland. Em geral, espécies nativas estão ausentes apenas na Antártica e ilhas oceânicas remotas, por exemplo, o arquipélago do Havaí e muitas ilhas subantárticas. Contudo, muitas espécies têm sido transportadas por ação humana, tanto que atualmente no Havaí existem 16 espécies e na Ilha de Páscoa, duas (MCALPINE 1987).

Atualmente a família conta com cerca de 6000 espécies descritas, distribuídas em 180 gêneros e três subfamílias: Microdontinae, Syrphinae e Eristalinae. Das 14 tribos de Syrphinae e Eristalinae, 13 têm ampla distribuição, ocorrendo na maioria das regiões biogeográficas (VOCKEROTH & THOMPSON 1987). Dez gêneros são exclusivamente neotropicais (THOMPSON *et al.* 1976, VOCKEROTH & THOMPSON 1987).

A distribuição da maioria dos gêneros, ao contrário das tribos, é marcadamente restrita a alguma região biogeográfica, havendo poucas exceções, como *Microdon* Meigen, distribuído praticamente em todo o Mundo e muito diversificado; a maioria é endêmica das regiões Holártica, Neotropical ou Paleotropical. Alguns gêneros têm um subgênero com maior diversificação em determinada região, porém esta é uma situação incomum: *Chalcosyrphus* (*Neplas*) (Porter) é quase inteiramente Neotropical e *Paragus* (*Pandasyopthalmus*) (Stuckenberg) é predominantemente Paleotropical (MCALPINE 1987).

Os mais distintos grupos de gêneros, em termos de provável local de origem (ou talvez de especiação depois migração do seu local de origem), são os gêneros exclusivamente Neotropicais. Eles têm um total de 99 espécies ao norte do México, mas têm em conjunto 1067 espécies ao sul dos Estados Unidos, com muito mais espécies ainda não descritas. Muitas destas 99 espécies não foram registradas além do sul dos Estados Unidos e apenas onze são conhecidas no Canadá. Os maiores destes gêneros são: *Copestylum* Macquart, *Toxomerus* Macquart, *Ocyptamus* Macquart e *Palpada* Macquart.

Apesar da Região Neotropical ter recebido investimento considerável no estudo de sua fauna de Diptera ao longo do século XX, é provável que apenas uma parte pequena da diversidade do grupo seja conhecida. Não seria exagero considerar que o número real de espécies de dípteros na Região seja mais de dez vezes maior que o número atualmente conhecido (AMORIM *et al.* 2002)

Com relação à Syrphidae, muito pouco ainda se conhece sobre a fauna neotropical, com menos de um terço das espécies descritas até o momento. Com relação ao Brasil, estima-se que ocorram em torno de 2030 espécies, 1500 provavelmente ocorram na região Sul, área de estudo do presente trabalho (THOMPSON *et al.* 1976, MARINONI & THOMPSON 2003).

1.2. Biologia e comportamento

1.2.1. Adultos

Os adultos estão entre os mais abundantes e conspícuos dípteros. Muitas, senão todas as espécies, são capazes de pairar no vôo ou mover-se em várias direções, não estando claro como este hábito esteja associado à cópula e a outras atividades, tais como alimentação ou dispersão. Muitas espécies são diurnas e muito ativas, principalmente entre 8:00h e 15:30h (ARRUDA *et al.* 1998). Certas espécies européias locomovem-se por longas distâncias. Provavelmente todos os Syrphinae e Eristalinae visitam flores e alimentam-se de pólen e néctar. Por este motivo, eles são potenciais polinizadores de muitas plantas (ARRUDA 1997, ARRUDA *et al.* 1998).

Segundo ARRUDA (1997) as espécies mais comuns de sirfídeos são generalistas, ou seja, visitam várias espécies de plantas com floração simultânea. Os padrões de alimentação variam, estando relacionados ao tamanho do corpo e constituição do aparelho bucal do inseto. Contudo, alguns estudos têm documentado que os sirfídeos mostram preferências florais de acordo com a cor e a profundidade da corola (GILBERT 1981, HASLLETT 1989), sendo estes resultados baseados em observações limitadas e restritas a poucos locais.

BRANQUART & HEMPTINNE (2000) estudaram a exploração de recursos florais dos Syrphinae, na Europa Ocidental e verificaram que os

mesmos raramente mostram preferência por espécies particulares de plantas. Neste estudo, os sirfídeos que puderam ser considerados oligoléticos (sensu PEKKARINEN 1998) representaram apenas 36% das espécies estudadas. A exposição a esta situação de utilização dos recursos alimentares pode ser principalmente responsável pelo mimetismo de himenópteros aculeados, sendo este mais freqüente e mais desenvolvido em Syrphidae que em qualquer outra família de Diptera. Os Microdontinae não são conhecidos por visitarem flores, pois são voadores mais fracos e parecem não se distanciar muito do habitat de suas larvas. Porém, muitas espécies de Microdontinae aparentemente imitam himenópteros.

Assim como muitos outros Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, Syrphinae visitam principalmente flores actinomorfas de plantas nativas, muitas das quais produzem grandes quantidades de pólen e néctar, principalmente das famílias Ranunculacea, Apiacea e Asteracea, podendo ser facilmente coletados por insetos com probóscides curtas. As preferências florais descritas resultam principalmente de uma exploração seqüencial de flores em diferentes períodos e habitats: sirfídeos geralmente visitam as flores mais abundantes que eles possam encontrar, como predito pela teoria do ótimo-forrageio (WASER 1986, HASLETT 1989, COWGILL *et al.* 1993). O pólen é usado como a principal fonte de proteína para desenvolver tecidos reprodutivos; como em outros insetos sinovigênicos; a grande quantidade de nutrientes nitrogenados necessária pelas fêmeas para a deposição dos ovos não é obtida durante o estágio larval, dependendo exclusivamente da aquisição de alimento enquanto adultos; já o néctar é utilizado como fonte de energia para o vôo desses insetos.

1.2.2. Larvas

As larvas têm uma ampla variedade de habitats e alimentação (VOCKEROTH & THOMPSON 1987, ROTHERAY & GILBERT 1999). Larvas de Microdontinae são conhecidas por viverem apenas em ninhos de formigas. Um modo bastante utilizado de alimentação é a predação, que ocorre em cerca de um terço das espécies conhecidas. Sirfídeos predadores incluem os Syrphinae (sensu ROTHERAY & GILBERT 1999), os Microdontinae (sensu

VOCKEROTH & THOMPSON 1987), os Pipizini e algumas espécies de *Volucella* Geoffroy. As presas destes grupos são insetos coloniais ou gregários: muitos sirfíneos e pipizínios atacam hemípteros de corpo frágil (ROTHERAY 1993), microdontíneos se alimentam dos estágios iniciais de formigas (Formicidae) (DUFFIELD 1981, GARNETT *et al.* 1985); muitas espécies de *Volucella* são predadores facultativos ou obrigatórios dos estágios iniciais de aculeados sociais (RUPP 1989, ROTHERAY 1999). Este último táxon mencionado, *Volucella*, possui pelo menos uma espécie não predadora, *Volucella inflata* (Fabricius), saprófaga de exsudados de seiva das árvores (ROTHERAY 1999), algumas espécies são conhecidas também por se alimentarem de imaturos de Thysanoptera, Coleoptera ou Lepidoptera.

Numa investigação da filogenia de Syrphidae baseada em caracteres larvais incluindo peças bucais, os táxons predadores formaram uma única linhagem: *Volucella* – *Microdon* – Pipizini – Syrphinae (ROTHERAY & GILBERT 1999). Estes grupos são provavelmente importantes no controle de pragas de cultivares, mas pouca evidência definida deste papel está disponível e introduções de espécies predadoras exóticas como agentes de controle biológico em várias partes do mundo não têm obtido sucesso notável.

Os hábitos alimentares das larvas de Eristalinae são particularmente variados. As larvas de *Cheilosia* Meigen alimentam-se de fungos ou plantas vasculares; larvas de *Volucella* são detritívoras em ninhos de himenópteros coloniais; larvas de *Copestylum* vivem em matéria vegetal em decomposição, especialmente cactáceas; as larvas de Merodontini vivem em bulbos de monocotiledôneas e algumas vezes em outras plantas e embora elas sejam provavelmente invasores secundários, têm importância econômica considerável; larvas de *Tropidia* Meigen, *Syrirta* Lepeletier & Serville e *Rhingia* Scopoli vivem em excrementos ou matéria orgânica similar; Eristalini e Sericomyiini vivem em águas com alto conteúdo orgânico; larvas de *Neoascia* Williston, *Chrysogaster* Meigen e *Orthonevra* Macquart são aquáticas, com aparentemente alguma preferência por águas limpas ou poluídas; várias outras tribos de Eristalinae têm larvas associadas com ocos de árvores (fitotelmata), lesões em madeira ou madeira em decomposição. Larvas de poucos Eristalini e *Syrirta* Lepeletier & Serville são conhecidas por causar miíases intestinais no

homem, mas estas ocorrências são acidentais e aparentemente raras (MCALPINE 1987).

A diversificação dos estágios larvais é raramente tão substancial como em Syrphidae, sendo comparada apenas às famílias relacionadas de Aschiza, como Phoridae (DISNEY 1994) ou Drosophilidae (FERRAR 1987). A respeito de tal diversidade, caracteres larvais são pouco usados nas numerosas tentativas para classificar Syrphidae. LIOY (1864) foi o primeiro autor a incluir modos de alimentação larval em uma classificação. BRAUER (1883) argumentava que, quando apropriadamente estudadas, as larvas de Syrphidae poderiam ser úteis na determinação de grupos naturais dentro da família, concordando com METCALF (1916). Contudo, uma barreira para a utilização de larvas é que, comparado com adultos, somente uma pequena proporção delas são conhecidas, poucas estão disponíveis para estudos e nas descrições publicadas freqüentemente faltam detalhes (ROTHERAY & GILBERT 1999). Segundo THOMPSON (1990) a região em que as larvas de sirfídeos são melhor conhecidas é a Paleártica, seguida pela região Neártica. Menos de 1% das larvas Neotropicais de Syrphidae são conhecidas, embora muitas das linhagens de sirfídeos mais ricas em números de espécies ocorram nesta região (THOMPSON 1999).

1.3. Classificação e distribuição geográfica da família Bromeliaceae

A ordem Bromeliales das monocotiledôneas, contém a família Bromeliaceae e é relacionada à Commelinales e Zingiberales.

Bromeliaceae é composta de três subfamílias: Pitcairnioidea (*Brocchinia*, *Pitcairnia* e *Puya*, etc), Bromelioidea, (*Aechmea*, *Ananas*, *Billbergia*, *Bromelia*, *Gravisia*, e *Hohenbergia*) e Tillandsioidea (*Catopsis*, *Guzmania*, *Tillandsia* e *Vriesia*).

Estudos taxonômicos da família estão ainda incompletos; novas espécies estão sendo descritas e os autores não têm um consenso sobre os limites genéricos. A maioria das espécies ocorre na América do Sul com a maior diversidade sendo encontrada na Floresta Atlântica brasileira (ca. 1200 espécies) (LEME 1998, ARAGÃO 1999, GROSSI 2000, BENZING 2000). Distribuem-se desde o Chile e Argentina, na América do Sul, através da

América Central e Caribe, alcançando o seu limite norte, próximo à Virgínia no sudeste norte americano sendo, portanto, designadas como neotropicais. Apenas uma espécie, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms e Mlildbread, é encontrada na costa oeste africana.

Ananas comosus (L.) (abacaxi) e certas bromélias ornamentais têm sido distribuídas pantropicalmente por ação humana. A distribuição e abundância de outras bromélias também são afetadas pela sua extração para obtenção de fibras e comida, pela propagação horticultural e pelo desmatamento para expansão urbana ou rural. Contudo, o ambiente urbano agora contém representantes de numerosos gêneros e espécies, bem como espécies cultivadas híbridas.

Atualmente a família Bromeliaceae é constituída por 56 gêneros e 2880 espécies composta principalmente por plantas epífitas (BENZING 2000).

1.4. Habitat, reprodução e sucesso biológico das Bromélias

As bromélias podem ser encontradas desde o nível do mar até acima de 4.000 m. Distribuem-se em uma grande variedade de habitats, desde desertos quentes e secos até florestas úmidas e regiões montanhosas mais frias (BENZING 2000, BSI 2005). Também é bastante variada a gama de habitats destes organismos, incluindo espécies terrícolas e rupícolas. Os organismos epifíticos são encontrados sobre outras plantas, geralmente arbóreas, arbustivas ou cactáceas, podendo até mesmo ser encontradas sobre linhas de transmissão ou postes. Quase todas as Pitcarnioidea são terrestres, algumas Bromelioidea são epífitas, e a maioria dos Tillandsioidea é epífita (BENZING 1980). Com relação à xerofilia, não está claro se esta é uma condição primitiva ou derivada na família (BENZING 1980) e assim ainda é incerto se as bromélias têm desenvolvido tolerância a altos níveis de radiação solar e baixa umidade, ou a sombra profunda e alta umidade.

Todas as bromélias são herbáceas perenes e muitas se reproduzem tanto por sementes quanto vegetativamente. Como na maioria das plantas perenes, a maioria das bromélias são policárpicas, poucas sendo monocárpicas. A polinização é realizada por animais em todos os casos conhecidos. Espécies monocárpicas incluem as que produzem uma única flor

apical, lançam as sementes e então morrem. As sementes de *T. utriculata* são dispersas pelo vento, mas animais são importantes na dispersão das sementes de algumas espécies. As sementes são dispersas pelo vento e as mudas resultantes podem sofrer alta mortalidade.

O corpo de tamanho reduzido, hábito rizomatoso, caule fitotélmico, tricomas para absorção foliar, fotossíntese via CAM, suculência e outras adequações xeromórficas são características que determinam o sucesso de colonização das bromélias em ambientes e situações tão diversos e freqüentemente estressantes (BENZING 2000).

1.5. Bromélias X fitotelmata X Syrphidae

A quase totalidade dos representantes desta família é classificada como organismos fitotélmicos com “ramets rosulados” – plantas formadoras de rosetas. Nas cisternas ou tanques, formados pelo imbricamento das folhas destes indivíduos, é comum o acúmulo de água – comumente chamada fitotelmata - e matéria orgânica em decomposição, que serve de alimento para uma variedade de outros organismos incluindo protistas, invertebrados e vertebrados (PICADO 1913, WHEELER 1921 e 1942, LAESSLE 1961, DEJEAN & OLMSTED 1997, WITMANN 2000, DIAS & BRESCOVIT 2004). Aquelas que apresentam esta disposição são chamadas bromélias-tanque.

Comumente, em bromélias-tanque, o eixo da maioria das folhas maduras contém discretos corpos d'água. As folhas mais velhas com o tempo perdem a capacidade de armazenar água e os eixos das folhas novas e pequenas formam um pequeno conjunto comum de água. Plantas imaturas não são capazes de acumular água ou o fazem brevemente após a chuva. Menos comumente, como em algumas *Billbergia* e *Catopsis*, o arranjo espiral das folhas maiores forma um copo central. Acumular água em eixos foliares separados permite uma maior área de coleta de água. Em *Tillandsia utriculata* L. cada pequeno corpo de água tem uma área de superfície crescente determinado pela curvatura da base da folha e cada corpo de água é mais estreito e profundo neste ponto, onde a folha está inserida. Esta parte estreita e profunda dos eixos foliares grandes sempre parece conter água, até mesmo nos períodos mais secos do ano (FISH 1976, FRANK & CURTIS 1981).

Condições secas e níveis de precipitação no eixo foliar causam o adensamento de larvas de insetos aquáticos, mas a umidade suficiente para a sobrevivência é mantida. PICADO (1913) também registrou a retenção de água em bromélias da Costa Rica durante todo o ano.

A capacidade volumétrica total de uma bromélia varia com o tamanho e a espécie. Grandes indivíduos de *T. utriculata* no sul da Flórida contêm em torno ou mais de 1,3 litros (FRANK & CURTIS 1981). WERCKLÉ (1909) mencionou *Vriesia* na Costa Rica contendo em torno de 20 litros, SMART (1938) anotou *Brocchinia micrantha* (Baker) com 27 litros na Guiana, e ZAHL (1975) relatou numa bromélia, aparentemente uma *Vriesia imperialis* Carrière nativa do Brasil, 45 litros.

A fitotelmata e os detritos orgânicos acumulados na parte central da planta podem ser considerados um “ambiente limnológico isolado”, um micro habitat para um incontável número de espécies animais e plantas (PICADO 1913), os quais vivem num tipo de relação simbiótica, onde a comunidade associada fornece ricos nutrientes para estas plantas (POR 1992). Em geral, o habitat formado pelo eixo foliar das bromélias é relativamente estável para insetos aquáticos, quando comparados com a maioria dos outros habitats formados por eixos foliares ou brácteas florais e também com reservatórios temporários no solo e até mesmo ocos de árvores.

Muitos organismos usam as bromélias-tanque para vários propósitos. Eles incluem animais fitófagos que se alimentam de folhas, pedúnculos florais, néctar, frutas, sementes ou pólen; animais terrestres para os quais as bromélias fornecem esconderijos, umidade ou presas e organismos aquáticos em pelo menos um de seus estágios de desenvolvimento (FRANK 1983). Estes três grupos não são mutuamente exclusivos e limites arbitrários são usados na definição de seus limites. Alguns dos animais do segundo grupo têm uma relação predatória com relação aqueles do terceiro grupo, similarmente aos animais ripários predadores em ecossistemas aquáticos mais familiares.

A comparação com ecossistemas aquáticos familiares pode ser feita também com relação à quantidade de organismos, já que a fitotelmata das bromélias é abundante e suporta grande número de espécies e imenso número de indivíduos de organismos aquáticos. Elas têm sido relacionadas por

PICADO (1913) como um grande “mar fracionado”, distribuído através da América Tropical.

O segundo grupo, animais terrestres, inclui tanto animais visitantes das bromélias-tanque bem como aqueles que se reproduzem lá. O grupo é aumentado consideravelmente durante a estação seca tanto em número de indivíduos como em número de táxons (LUCAS 1975). Este grupo exclui organismos que se alimentam das bromélias e sugere um mecanismo mais abrangente de atração de animais às bromélias, o qual levaria a adição de nutrientes pelos animais às bromélias-tanque, na forma de carcaças ou fezes.

FRANK (1983) registrou 470 espécies de organismos aquáticos na fitotelmata de Bromeliaceae, incluindo até animais vertebrados (anfíbios). Desde então vários trabalhos têm sido realizados em diversos países como Colômbia, Costa Rica, Porto Rico, Panamá, Trinidad, Brasil, Estados Unidos etc., com o intuito de inventariar a fauna de ambientes fitotélmicos, em especial das bromélias. O número de organismos desde então têm aumentado grandemente com novos táxons sendo registrados (ordens, famílias, gêneros, espécies etc.). Com relação aos organismos vegetais, HADEL (1989) descreveu 27 tipos diferentes associados a estes pequenos corpos d'água. Em alguns casos estão presentes orquídeas e algumas aráceas como *Philodendron selloun* e *P. melanorrhizium* (REITZ 1983, KALIFE 1995, POMPELLI 2002).

Com relação à Syrphidae, ainda são poucos os registros encontrados na literatura, principalmente pela falta de conhecimento da fauna Neotropical.

PICADO (1913), em sua monografia sobre a fitotelmata das bromélias, ilustrou provavelmente a figura de um Syrphidae, em uma de suas pranchas. SEIFERT & SEIFERT (1976 a,b) encontraram larvas de *Copestylum* nas brácteas preenchidas com água de *Heliconia* spp. (Strelitziaceae) e RICHARDSON & HULL (2000) registraram *Quichuana* e *Copestylum*, utilizando o mesmo habitat, assim como RICHARDSON *et al.* (2000), PARADISE (2004), trabalhando com ocos de árvores na Pensilvânia, Estados Unidos da América, encontrou o sirfídeo *Mallota posticata* (Fabricius) como um dos dípteros mais comuns nestes ambientes.

Com relação à fitotelmata das Bromeliaceae, GILBERT (1993) acreditava que espécies pertencentes à subfamília Eristalinae pudessem

utilizar estes ambientes, disponibilizados pelas bromélias para desenvolvimento de suas fases imaturas. Em trabalho recente, ROTHERAY *et al.* (2000) descreveram duas espécies de *Ocyptamus* Macquart da Costa Rica, *O. luctuosus* (Bigot) e *O. wulpianus* (Lynch Arribáizaga), cujas larvas foram coletadas em água acumulada de Bromeliaceae, alimentando-se de larvas de outros invertebrados aquáticos. OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004) registraram os gêneros *Pipiza*, *Eristalis* e *Xilota*, ocorrendo em *Tillandsia turneri* Baker nos Andes Colombianos.

Alguns pesquisadores têm se dedicado exclusivamente ao estudo de espécies de sirfídeos habitantes da fitotelmata das Bromeliaceae, porém poucos trabalhos foram até agora produzidos: ROTHERAY *et al.* (2000) e ROTHERAY *et al.* (2007), que registraram 22 novas espécies de *Copestylum* ocorrendo em Bromeliaceae, além de uma espécie já conhecida.

No Brasil, larvas de sirfídeos já foram encontradas na fitotelmata de bambus, na ilha de Florianópolis (GERSON AZULIM MÜLLER, comunicação pessoal); com relação às Bromeliaceae nada ainda é conhecido sobre a ocorrência de Syrphidae em sua fitotelmata.

Uma vez que a destruição e a fragmentação da Floresta Atlântica e outros ecossistemas litorâneos ocorrem de maneira acelerada, em virtude da expansão do mercado imobiliário e outras atividades antrópicas, surge à necessidade da realização de trabalhos que inventariem a fauna presente em tais ecossistemas, enquanto algumas poucas áreas ainda permanecem bem conservadas. Dentro da enorme riqueza de seres vivos que estas áreas apresentam, as Bromeliaceae representam uma parcela importante, tanto pelo seu endemismo e diversidade de espécies nesses locais, quanto pela capacidade de acumular água e sustentar comunidades inteiras em seus eixos foliares. A fitotelmata das Bromeliaceae abriga uma fauna e flora ainda em grande parte desconhecida, em virtude principalmente de dificuldades taxonômicas, porém muito rica, não sendo diferente com os Syrphidae. O inventário e o registro de espécies que utilizem este ambiente no seu ciclo de vida, bem como a obtenção de alguns dados relacionados a aspectos ambientais e climáticos podem ajudar a entender o sucesso e a enorme diversificação de alguns táxons na Região Neotropical.

1.6. Bromeliaceae e Floresta Atlântica

A família Bromeliaceae, como já citado acima, é endêmica dos Neotrópicos e apresenta alta riqueza de espécies no sul e sudeste do Brasil (POR 1992). De acordo com MORI *et al.* (1981), o endemismo entre as famílias da vegetação não arbórea da Floresta Atlântica alcança 77,4% sendo a maior parte composta por bromélias. Nestas relações co-evolucionárias, a diversidade faunística da Floresta Atlântica pode ser justificada devido à diversidade das bromélias (MESTRE *et al.* 2001).

A redução e fragmentação da Floresta Atlântica, associada à alta disponibilidade de bromélias em ambiente natural e o acesso amplamente facilitado a estas, fez com que o extrativismo de bromélias no Brasil tivesse contínua ampliação, provocando grandes danos ambientais. Entre estes estão a redução da diversidade específica de bromélias e de outras espécies co-existent (NAOHUM 1994, LEME 1998, ANACLETO 2001). Dentre as 107 espécies de plantas oficialmente listadas como extintas ou ameaçadas de extinção no Brasil (1992), 15 são bromélias. Vários outros registros originados em nível estadual também explicitam situação análoga (*e.g.* SEMA/SP 2004).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Conhecer a fauna de Syrphidae (Diptera) relacionada à Bromeliaceae em uma área de Floresta Atlântica no Estado do Paraná.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar um levantamento da fauna de macroinvertebrados com ocorrência em Bromeliaceae no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, no período de dezembro de 2006 a novembro de 2007;
- Realizar um levantamento taxonômico de Syrphidae com ocorrência em Bromeliaceae no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, no período de dezembro de 2006 a novembro de 2007;
- Relacionar a fauna de macroinvertebrados coletados nas Bromeliaceae com parâmetros morfométricos das plantas (diâmetro e número de folhas) e climáticos (precipitação pluviométrica);
- Relacionar os imaturos de Syrphidae coletados nas Bromeliaceae com parâmetros morfométricos das plantas (diâmetro e número de folhas) e climáticos (precipitação pluviométrica);

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O Parque Estadual Rio da Onça (Matinhos, PR, 25°50'S e 48°30'W), foi criado pelo Decreto nº 3.825 de 04 de junho de 1981, possuindo cerca de 118,50 há. Localiza-se na planície litorânea paranaense, praticamente ao nível do mar (2-3 m a.n.m.), a cerca de 400m da linha de maré (Fig. 1).

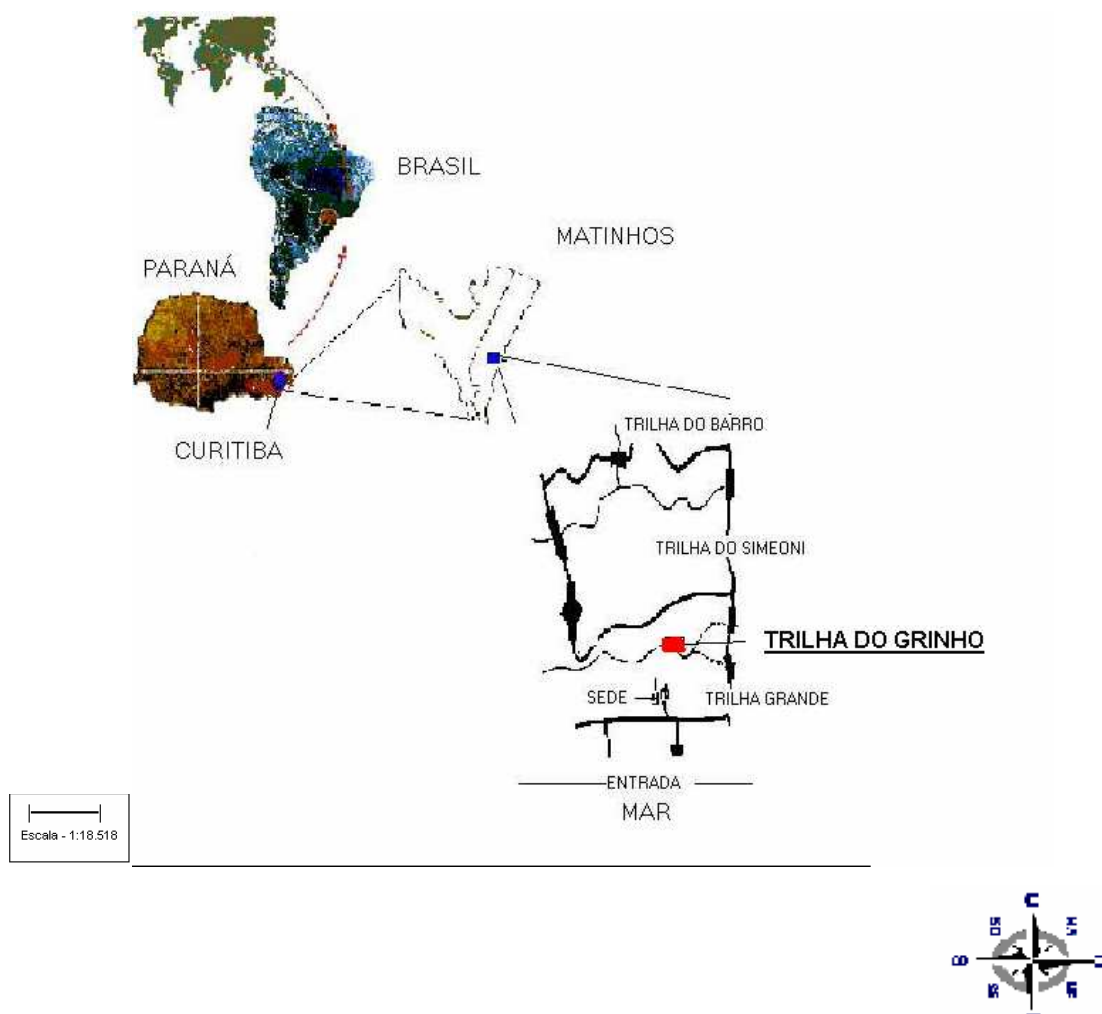


Figura 1. Localização do Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Nesta porção litorânea, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial intercala-se com áreas de formações pioneiras, representadas por caxetais, brejos graminóides e restingas, resultantes das linhas de acumulações arenosas provocadas pelo recuo do mar no quaternário recente (RODERJAN 1980). Durante anos de exploração, a planície litorânea do Estado do Paraná, teve a

maior parte de sua vegetação original destruída para dar lugar a cultivos agrícolas, sendo que a quase totalidade das áreas de florestas hoje existentes ocorrem devido à regeneração natural a partir do abandono da atividade agrícola (RODERJAN 1980) e este cenário se confirma na área do Parque Estadual do Rio da Onça. Desta forma, atualmente, a área correspondente ao Parque abriga diferentes estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa Aluvial, intercalados a áreas de formações pioneiras. A vegetação é muito heterogênea e varia de acordo com o tamanho das antigas clareiras e respectivo grau de recuperação destas. Nas áreas correspondentes a porções mais maduras de Floresta Ombrófila Densa Aluvial, representadas por associação arbórea de dossel irregular variando entre 12 a 16 metros de altura, emergem *Clusia criuva* Camb. (manguirana), *Calophyllum brasiliense* Camb. (guanandi), *Andira anthelminthica* Benth. (jacarandá lombrigueiro). No estrato de oito metros surgem *Pera glabrata* (Schott) Poepp. Ex Baill (tabocuva), *Psidium cattleianum* Sabine (araçá) e *Inga subnuda* Salzm ex Benth. (ingá). Nas áreas alagadiças, há dominância de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (caxeta). O sub-bosque é relativamente aberto, o extrato herbáceo-arbustivo é composto basicamente por bromeliáceas terrestres em especial *Nidularium innocentii* Lem., pteridófitas, além da ocorrência esporádica de palmáceas (MURARO 2006). Outros gêneros de Bromeliaceae que também ocorrem no local são: *Aechmea*, *Vriesea*, *Bromelia*, *Billbergia* e *Tillandsia* (RENATO GOLDENBERG e JULIANO DE SOUZA SONEHARA, comunicação pessoal).

As áreas de restinga correspondem à vegetação desenvolvida sobre as acumulações arenosas de antigas dunas, constituídas por um estrato arbóreo denso e de porte reduzido, composto por *Ilex theazans* Mart (caúna), *Psidium cattleianum* Sabine (araçá), entre outras (RODERJAN 1980). Nas áreas de solo com melhor drenagem é comum a presença de bromélias terrícolas que ali se desenvolvem, sendo que grande parte destas correspondem a re-alocação de plantas apreendidas pelo Instituto Ambiental do Paraná, durante a fiscalização (MURARO 2006). A família Bromeliaceae é muito representada em restingas (SILVA & SOMNER 1984, HENRIQUES *et al.* 1986, FONTOURA *et al.* 1991, ARAÚJO 1992), sendo importante para a comunidade como um todo, principalmente pela capacidade de armazenar água em seu vaso, o que a torna

um elemento importante para a manutenção da diversidade deste hábitat (PICADO 1913, LOPEZ 1997, ROCHA *et al.* 1997).

Os solos da região onde o Parque está inserido são classificados como espodossolos e espodossolos cárbicos ocorrendo ainda neossolos quartzênicos e também solos orgânicos (EMBRAPA 2000). A topografia é caracterizada por planície de pequena declividade onde ocorrem cordões litorâneos pouco visíveis devido às atividades antrópicas, determinando um relevo com ondulações pequenas, com áreas mais baixas de drenagem lenta e susceptível ao constante alagamento e áreas com drenagens perfeitas (BARBOSA 2002).

O clima da região de Matinhos, tipo Af segundo a classificação de Köppen, é tropical superúmido sem estação seca e isento de geadas, com temperatura média do mês mais frio, nunca inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 2100 mm, sendo a precipitação nos meses mais secos (maio a agosto) superior a 60 mm. No verão, a precipitação é mais regular e intensa atingindo valores superiores a 800 mm no trimestre. A umidade relativa do ar é elevada, em torno de 85% (IAPAR 1994). O fotoperíodo, para esta região onde insere-se o Parque, apresenta uma variação de aproximadamente 14 horas de luz no verão para pouco mais de dez horas durante o inverno.

Na área do Parque existem trilhas que recortam a vegetação e são destinadas a facilitar tanto a visitação quanto atividades educativas. A sede administrativa localiza-se próxima à entrada do Parque cerca de 400 m da rodovia entre Matinhos e Paranaguá (Fig. 2).



Figura 2. Sede do Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil

A escolha do Parque Estadual Rio da Onça como área de estudo deveu-se principalmente às suas características vegetacionais, adicionalmente,

o Parque oferece estrutura logística adequada à pesquisa assim como segurança quanto às pressões de atividades antrópicas que pudessem comprometer os experimentos.

3.2. Coletas e Identificação de Macroinvertebrados

Inicialmente as coletas estavam planejadas para início no mês de agosto de 2006, porém devido ao baixo índice de pluviosidade registrado para o inverno e primavera desse ano, as coletas só começaram a partir de dezembro de 2006, mensalmente, estendendo-se até novembro de 2007, num total de 12 coletas.

A escolha dos pontos de coleta foi realizada a partir de uma coleta-piloto no mês de novembro de 2006. Cinco pontos foram determinados, distantes aproximadamente 100 m um do outro, situados lateralmente à esquerda da Trilha do Grinho no Parque Estadual do Rio da Onça, que possui uma extensão aproximada de 500 metros (Fig. 1). A área apresenta um relevo bastante irregular; nas partes mais baixas geralmente há o acúmulo de água e em alguns locais, ausência de vegetação no sub-bosque, formando vazios apenas cobertos pelo dossel formado pelas árvores adjacentes. Nestes locais e também em outras áreas mais altas e secas, observou-se o acúmulo de serrapilheira, assim como grande quantidade de troncos caídos que em sua maioria estão completamente colonizados por briófitas, pteridófitas, Bromeliacea e outras epífitas, muitas vezes, a presença de bromélias terrestres chega a formar uma espécie de “tapete verde” (Fig. 3), cobrindo quase que totalmente o solo.

Em cada ponto de coleta foram recolhidas cinco bromélias de forma aleatória, não restritas a um gênero ou espécie pré-determinados, pois trabalhos anteriores não mostraram especificidade de Syrphidae às Bromeliacea para oviposição e desenvolvimento das larvas. Foram coletadas somente bromélias terrestres, 25 indivíduos a cada dia de coleta, totalizando 300. Estas eram imediatamente acomodadas em sacos plásticos, lacrados e trazidos até o Laboratório de estudos de Syrphidae e Sciomyzidae Neotropicais, localizado no Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.



Figura 3. “Tapete verde” formado por plantas terrestres da família Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos-PR.

No laboratório, as bromélias foram cuidadosamente retiradas dos sacos plásticos, em seguida, tomaram-se as medidas dos seus respectivos diâmetros (maior distância entre o ápice das folhas). As raízes foram cuidadosamente retiradas utilizando-se uma faca e descartadas, as folhas foram cortadas próximas a sua base, desmontadas e lavadas uma a uma cuidadosamente com água destilada, sobre uma bandeja de cor branca e tamanho adequado para não deixar escapar nenhum indivíduo. Por fim o número de folhas adultas de cada bromélia foi contabilizado. Em conjunção, o diâmetro e o número de folhas forneceram uma estimativa do tamanho da planta.

A macrofauna foi triada e todos os macroinvertebrados ou eventuais vertebrados foram separados por bromélia e por data de coleta. Todo o material foi mantido em frascos contendo álcool hidratado a 70%, para posterior identificação sob microscópio estereoscópico ao nível taxonômico possível. Os insetos foram identificados em nível de família e os demais invertebrados em ordem ou classe. Para a identificação dos macroinvertebrados foram utilizadas as chaves presentes em RUPERT *et al.* (2005), para os invertebrados em geral, excluindo os Insecta e Collembola, BORROR & DELONG (2004), para alguns táxons de Insecta representados por

indivíduos adultos e MERRIT & CUMMINS (1984), FERNÁNDEZ & DOMÍNGUEZ (2001), CARVALHO & CALIL (2000) e PES *et al.* (2005) para os demais táxons, representados por estágios larvais de Insecta e pelos Collembola adultos.

3.3. Criação dos Imaturos de Syrphidae

Não houve tentativa de criação das larvas de Syrphidae capturadas nas primeiras seis coletas, pois não se dispunha de metodologia específica ou adequada. Os imaturos encontrados foram sacrificados em água fervente por dois a três minutos e depois acondicionadas em frascos contendo álcool hidratado 70% devidamente etiquetados.

ROTHERAY *et al.* (2007) trabalhando com larvas do gênero *Copestylum* que utilizam Bromeliaceae como locais para oviposição e desenvolvimento, elaboraram uma metodologia satisfatória para obtenção de adultos. Dessa forma, a partir da sétima coleta, todas as larvas de Syrphidae encontradas nas bromélias foram separadas para criação, num total de seis. Além das bromélias utilizadas no experimento, foram coletados sirfídeos em outros exemplares.

As larvas de terceiro ínstar foram individualizadas, colocadas sobre folhas cortadas de Bromeliaceae com aproximadamente 10 cm de comprimento, no interior de copos de vidro, com 12 cm de altura e seis cm de diâmetro, preenchidos pela metade com água e pouca quantidade de detritos das bromélias. Estes copos foram então acondicionados no fundo de recipientes plásticos com 14 cm de altura, 11 cm de e volume de 0,95 litros, com terra até aproximadamente 11 cm de altura. A terra foi colocada por não se saber o local exato em que as larvas empupariam. Dessa forma, se o local de empupação fosse o solo, elas buscariam a terra para tanto. Por fim, os recipientes foram cobertos com um saco plástico, no qual foram feitos pequenos furos para permitir a entrada de ar e mantidos em local sob condições ambientais de luz, calor e umidade.

Os recipientes foram verificados diariamente, a fim de se encontrar os pupários. Assim que as larvas empuparam, os mesmos foram retirados do recipiente e mantidos em placas de Petri, com um pequeno pedaço de folha de bromélia, permanecendo na placa até sua emergência. As datas nas quais as

larvas foram colocadas nos recipientes, a data da empupação, a duração do período pupal e a data da emergência dos adultos foram anotadas. Os diferentes estágios (larvas, pupários e adultos) foram fotografados utilizando uma lupa Leica MZ16, acoplada a uma câmera Leica DFC 500, utilizando o programa Auto-Montage Pro (Syncroscopy), disponível na sala do Projeto Taxon line – Rede Paranaense de Coleções Biológicas, na Universidade Federal do Paraná. Os indivíduos adultos foram identificados por comparação com o material depositado na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure.

3.4. Análise dos resultados

Com as informações obtidas sobre a abundância dos diferentes táxons ao longo dos doze meses de coleta, foram construídos gráficos para uma melhor visualização da participação de cada táxon em relação ao total coletado e a variação da sua abundância ao longo do ano. Para o gráfico relativo à distribuição de indivíduos de cada um dos filos registrados, utilizou-se escala logarítmica, devido a grande diferença de abundância entre eles.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi calculado para a entomofauna, nas diferentes estações do ano. Os dados gerados foram plotados em um gráfico linear que mostra a variação do índice ao longo do período de coleta, utilizando-se o programa Statistica 6.0. O número total de táxons coletado também foi analisado como o índice de diversidade.

Foram realizadas análises de regressão linear simples, calculadas para um grau de $p < 0,05$ (ZAR, 1996), a fim de se detectar alguma relação entre a abundância de macroinvertebrados e o número total de táxons coletado. Foram utilizadas como variáveis independentes, o diâmetro e o número de folhas das plantas e a precipitação acumulada quinze dias antes das coletas; a abundância e o número de táxons foram tomadas como variáveis dependentes. Estas duas medidas morfométricas (diâmetro e número de folhas) refletem a estrutura e complexidade do habitat e sua conseqüente heterogeneidade.

Como variável ambiental somente a precipitação pluviométrica foi analisada devido ao fato do tanque da bromélia ser um microhabitat restrito com um microclima específico que sofre poucas alterações de temperatura,

umidade relativa e fotoperíodo do ambiente que o circunda. Por sua vez, a precipitação está diretamente relacionada com a quantidade de água presente no eixo foliar, importante fator relacionado à abundância e riqueza de espécies da comunidade. Além disso, todas as bromélias coletadas estavam em regiões sombreadas.

Os dados de precipitação pluviométrica foram tomados junto à estação meteorológica localizada no município de Matinhos, Paraná e fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR.

Os imaturos da família Syrphidae foram analisados separadamente. Foram elaborados gráficos mostrando a variação da frequência relativa das larvas ao longo do período de coleta e a distribuição das mesmas em diferentes classes de diâmetro das plantas

Análises de regressão linear simples ($p < 0,05$) foram conduzidas entre a abundância de Syrphidae e as mesmas variáveis morfométricas e climáticas citadas anteriormente.

As ordens de insetos mais abundantes, Diptera e Coleoptera, também foram separadamente analisadas. Tabelas e gráficos foram construídos, mostrando a abundância e a variação no número de exemplares ao longo do ano, das ordens e de cada uma das famílias.

Foram calculados índices de correlação simples entre a variação da abundância das famílias ao longo do ano e, entre a mesma variável para cada uma das famílias e a precipitação acumulada nos quinze, cinco, três e um dia antes da realização das coletas. Estes diferentes valores foram utilizados a fim de se detectarem influências pontuais entre as duas variáveis. Gráficos também foram elaborados para visualização da variação da precipitação acumulada e da abundância da ordem e das famílias.

Os índices e os gráficos foram obtidos através do programa Excel 2003 e para a realização de todas as análises de regressão utilizou-se o programa Statistica 6.0.

4. RESULTADOS

4.1. Macrofauna das Bromeliaceae

4.1.1. Caracterização da macrofauna encontrada em Bromeliaceae

Nas doze coletas realizadas, de dezembro de 2006 até novembro de 2007, foram encontrados 23.238 macroinvertebrados, pertencentes a cinco filos e 34 táxons (Anexo). Devido a pouca bibliografia disponível sobre a taxonomia de alguns grupos, 7,7% da amostra permaneceram sem identificação. Dentre os indivíduos identificados, o filo Arthropoda foi dominante, representando 97,61% do total de indivíduos coletados nas Bromeliaceae (Fig. 4). Somente a classe Insecta representou 70,12% do total coletado, com 21 famílias encontradas, algumas destas com grande diversidade de espécies. Os outros filos encontrados foram Nematoda, com 1,23% do total de indivíduos coletados, Annelida, com 1,02%, seguidos por Mollusca, 0,08% e Platyhelminthes com 0,07% (Fig. 4).

Dentre os táxons mais abundantes estiveram em ordem decrescente: Scirtidae (Coleoptera), com 20,58% do total coletado; Formicidae (Hymenoptera), 19,52%; Collembola, 17,15%; Chironomidae (Diptera), 9,13%; Calamoceratidae (Trichoptera), 8,81%; Araneae, 4,71%; Crustacea, 4,37%; Tipulidae (Diptera), 3,90% e Culicidae (Diptera), com 1,86%. Os outros 25 táxons contribuíram com apenas 9,97% do total da amostra (Fig. 5).

Analisando somente a fauna de Insecta, as ordens mais representativas foram sete. Coleoptera foi a ordem mais abundante, com 30,66% do total da fauna entomológica, seguida por Hymenoptera, 27,83%, Diptera, 23,53%, Trichoptera, 12,56%, Odonata, 2,17%, Blattaria, 1,84% e finalmente, Dermaptera com apenas 1,37%. As demais ordens encontradas foram Psocoptera, Thysanoptera e Thysanura que juntas somaram 0,03% dos indivíduos amostrados (Fig. 6).

4.1.2. Abundância, riqueza e diversidade nos diferentes meses de coleta e estações do ano.

Dentre as 12 coletas realizadas, o mês que apresentou maior abundância foi janeiro (Fig. 7), quando nas 25 bromélias coletadas obteve-se um total de 2610 indivíduos. Em contrapartida o mês com a menor abundância foi junho, com apenas 1027 (Fig. 7). Em média coletou-se 1937 macroinvertebrados por coleta (25 bromélias).

Levando-se em conta o número de táxons coletados em cada mês, dezembro apresentou o maior número, 30 (Fig. 8), o mês que apresentou o menor número de táxons coletados foi setembro, com 23. Aproximadamente 50% dos meses tiveram 24 táxons reconhecidos (Fig. 8).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi calculado para as famílias de Insecta coletadas nas diferentes estações do ano. A primavera foi a estação que apresentou maior índice, seguido pelo outono e inverno, com valores próximos. O verão foi a estação com a menor diversidade (Fig. 9).

A variação do número de táxons nas diferentes estações do ano apresentou uma tendência não esperada. A primavera foi a estação com maior riqueza de táxons (30); nas estações seguintes, sempre houve um declínio da riqueza, chegando até o outono e inverno, onde apenas 24 táxons foram registrados (Fig. 10).

Por meio de análises de regressão simples tanto o diâmetro ($r^2 = 0,0263$, $p = 0,0319$) (Fig. 11), quanto o número de folhas apresentaram relação com a abundância de indivíduos, sendo, porém a relação do número de folhas estatisticamente mais significativa ($r^2 = 0,1474$, $p = 0,0000002$) (Fig. 12).

Para as análises de regressão nenhuma das duas variáveis (abundância x precipitação, $r^2 = 0,0129$, $p = 0,7250$; número de táxons x precipitação: $r^2 = 0,0757$, $p = 0,3866$) (Figs. 13 e 14) apresentaram relação significativa com o volume de chuva medido na região.

4.1.3. Ordem Diptera

Foram coletados 3499 dípteros, pertencentes a oito famílias. Os meses que apresentaram as maiores abundâncias foram: dezembro/2006 (525

indivíduos) e janeiro/2007 (410) (Fig. 15). A relação da abundância mensal com a abundância total foi de 15% e 11,7% respectivamente. A captura média naqueles meses foi de 21 indivíduos e 16; e a frequência relativa 25,3% e 15,7% respectivamente (Tab. I).

Os meses com menor abundância foram junho/2007 (140 indivíduos), março/2007 (191) e fevereiro/2007 (231) (Fig. 15). A relação entre abundância mensal e abundância total foi de 4%, 5,5% e 6,6% respectivamente. As frequências relativas naqueles meses foram 13,6; 11,5 e 10,9% (Tab. I). A captura média para os mesmos foi de 5,6; 7,7 e 9,2 dípteros por bromélia.

As oito famílias registradas foram: Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Drosophilidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Tabanidae e Tipulidae (Tabs II e III). A família com maior abundância foi Chironomidae (1974 indivíduos e 56,4% do total de dípteros capturados) e Drosophilidae foi a menos abundante (30 indivíduos, 0,9% do total da Ordem).

Com o objetivo de se avaliar se famílias diferentes tiveram flutuações populacionais semelhantes ao longo dos meses foram calculados índices de correlação simples (Tab. IV). Como resultado a família Ceratopogonidae apresentou-se altamente correlacionada a Culicidae e Drosophilidae e com um valor intermediário de correlação com a família Tipulidae. Outras correlações que se apresentaram altas foram entre as famílias Chironomidae e Tipulidae e entre Drosophilidae e Stratiomyidae. A família Syrphidae foi também correlacionada com a família Stratiomyidae (0,55). Os índices de correlação entre algumas famílias e a ordem como um todo foram bastante altos (Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Drosophilidae e Tipulidae).

O registro da precipitação acumulada nos diferentes meses de coleta, mostrou que dezembro de 2006 foi o mês com o maior valor, seguido de janeiro de 2007. Os meses de outono, Abril e Maio também foram bastante chuvosos. Em contrapartida, nos meses de agosto e junho de 2007, praticamente não choveu (Tab. V).

Com relação à precipitação acumulada nos quinze dias anteriores ao dia da coleta, a abundância da Ordem não se mostrou correlacionada (0,08) (Tab. VI, Fig. 16). Da mesma forma, quando as famílias foram avaliadas separadamente, nenhuma das flutuações populacionais das mesmas mostrou-se correlacionada com a variação da precipitação acumulada ao longo do ano.

A família Ceratopogonidae foi a que apresentou a maior correlação, mesmo assim com um valor relativamente baixo (0,38). Os meses com maior abundância de dípteros foram dezembro de 2006, janeiro e setembro de 2007, já a precipitação acumulada, computada 15 dias antes das coletas, teve seu pico em abril de 2007. Nos dias que antecederam a coleta do mês de setembro, a precipitação acumulada foi praticamente zero.

Índices de correlação também foram calculados entre a variação da abundância da Ordem Diptera e a precipitação acumulada medida um, três e cinco dias antes da realização das coletas, a fim de se detectar influências mais pontuais entre as duas variáveis (Tab. VII). A mesma análise foi realizada para cada uma das famílias. Com a precipitação acumulada um dia antes das coletas nenhuma das famílias apresentou valores de correlação acima de 0,5. Para a precipitação acumulada três dias antes da realização das coletas, as famílias Ceratopogonidae, Culicidae e Drosophilidae apresentaram os maiores valores, 0,55, 0,61 e 0,63, respectivamente. Finalmente com a precipitação acumulada cinco dias antes das coletas, novamente as famílias Culicidae e Drosophilidae apresentaram os maiores valores de correlação (0,54 e 0,55, respectivamente).

O índice de correlação entre a flutuação populacional das ordens Diptera e Coleoptera foi baixo (0,39).

A seguir os resultados para cada uma das famílias de Diptera serão apresentados. As famílias apresentam-se em ordem decrescente de abundância.

Família Chironomidae

A família Chironomidae representou mais da metade do total de dípteros coletados (56,4%, Tab. II). Foram coletados exemplares durante todo o ano, em todos os meses. O pico populacional foi encontrado em setembro (236 indivíduos) e a segunda maior abundância em janeiro (216) (Tab. III; Fig. 17). No mês de junho foram encontrados somente 77 exemplares, sendo este o mês que apresentou menor abundância. A variação da abundância da família ao longo do ano se mostrou correlacionada com a da família Tipulidae (0,71) (Tab. IV), a segunda família mais numerosa dentre os Diptera.

A flutuação populacional da família apresentou baixo valor de correlação com a variação da precipitação acumulada, -0,19 (Tab. VI; Fig. 18).

Família Tipulidae

A família Tipulidae contribuiu com 24,1% do número total de dípteros (Tab. II). Da mesma forma que o ocorrido em Chironomidae, houve representantes ao longo de todo o ano, em todos os meses. Porém, com relação à abundância, janeiro foi o mês com maior número de indivíduos (105). Março e junho apresentaram baixo número de indivíduos, 35 e 41 (Tab. III; Fig. 19). O índice de correlação com a precipitação acumulada foi 0,08 (Tab. VI; Fig. 20). A variação da abundância da família mostrou-se correlacionada com as flutuações populacionais das famílias Chironomidae, (0,71) e Ceratopogonidae (0,56) (Tab. IV).

Família Culicidae

Nos doze meses de coleta, 402 culicídeos foram coletados, 11,5% do total da Ordem (Tab. II). Dezembro de 2006 teve uma abundância muito superior aos outros meses, 173 indivíduos. Março e junho foram os meses com menor abundância, assim como ocorrido em Tipulidae, somente quatro indivíduos em ambos (Tab. III; Fig. 21). A flutuação populacional apresentou alto valor de correlação com a flutuação da família Ceratopogonidae (0,84) (Tab. IV). A correlação com a variação da precipitação acumulada foi -0,10. (Tab. VI; Fig. 22).

Família Ceratopogonidae

Para a família Ceratopogonidae, dezembro foi o mês com o maior número de indivíduos (29), seguido por janeiro (21) (Tab III; Fig. 23). A família contribuiu com 3,3% do total de dípteros coletados (Tab. II). Março e outubro foram os meses com menor abundância, quatro indivíduos. Os índices de correlação apresentaram valores altos com as variações da abundância das famílias Drosophilidae (0,96), Culicidae (0,84) e Tipulidae (0,56) (Tab. IV). A flutuação populacional da família apresentou a maior correlação com a a variação da precipitação acumulada dentre todas as famílias da ordem Diptera (0,38) (Tab. VI; Fig. 24).

Família Stratiomyidae

Fevereiro e dezembro apresentaram os maiores números de indivíduos, 11 e 10 respectivamente. No mês de julho foi registrado somente um indivíduo, sendo o mês com a menor abundância (Tab. III). No total a família contribuiu com 1,7% da ordem Diptera (Tab. II). A variação da sua abundância ao longo do ano esteve correlacionada com as flutuações populacionais das famílias Drosophilidae (0,51) e Syrphidae (0,55) (Tab. IV). O valor do índice de correlação entre a variação da abundância da família com a precipitação acumulada foi 0,10 (Tab. VI).

Família Tabanidae

A família contribuiu com 1,2% da Ordem (Tab. II). O mês de agosto foi o mês com o maior número de indivíduos, nove, seguido por novembro com sete. Os meses de janeiro, fevereiro, março e maio não apresentaram tabanídeos (Tab. III). Tabanidae diferentemente das outras famílias, apresentou correlações baixas com todas as outras famílias de Diptera (Tab. IV). A correlação com a precipitação assim como nas outras famílias foi baixa, -0,22. (Tab. VI).

Família Syrphidae

No total foram coletados 33 sirfídeos, que correspondem a 0,9% do total de dípteros coletados (Tab. II). Janeiro teve a maior abundância, 11 indivíduos, seguido por março, com seis. Seis dos meses não apresentaram nenhum Syrphidae, abril, maio, julho, setembro, outubro e novembro (Tab. III). A abundância de Syrphidae esteve correlacionada com a da família Stratiomyidae (0,55) (Tab. IV). Com relação ao valor da correlação com a variação da precipitação acumulada, este foi baixo foi 0,08 (Tab. VI).

Família Drosophilidae

Os drosofilídeos estiveram presentes somente nos meses de dezembro e janeiro, com 21 e nove indivíduos respectivamente. Nos outros meses, não foram registrados indivíduos (Tab. III). Sua flutuação populacional ao longo do ano esteve correlacionada com as das famílias Ceratopogonidae (0,96) e

Stratiomyidae (0,51) (Tab. IV). O índice de correlação entre a abundância e a precipitação acumulada foi 0,29, o segundo maior valor entre as famílias registradas (Tab. VI).

4.1.4. Ordem Coleoptera

Nas doze coletas realizadas, 4.606 coleópteros pertencentes a cinco famílias foram amostrados. O mês com o maior número de indivíduos foi janeiro de 2007 (457), representando 9,9 % do total de coleópteros coletados, já o mês que apresentou a menor abundância foi março de 2007 (288, 6,2%) (Tab. VIII; Fig. 25). O mês com a maior frequência relativa foi junho de 2007, onde 30,5% dos macroinvertebrados coletados eram coleópteros, em fevereiro de 2007, apenas 15,5% dos indivíduos pertenciam a ordem Coleoptera (Tab. VIII). Janeiro de 2007 apresentou a maior captura média, 18,2 e março de 2007 a menor, 11,5 coleópteros por bromélia.

As cinco famílias registradas foram: Scirtidae, Lampiridae, Curculionidae, Staphilinidae e Hydrophilidae (Tab. IX). A família mais representativa foi Scirtidae, com 96,66% do total de coleópteros capturados. Staphilinidae e Hydrophilidae foram as famílias menos abundantes, com apenas um indivíduo, cada uma. A variação da abundância das famílias ao longo dos meses de coleta está representada na tabela X.

Índices de correlação entre a abundância da Ordem ao longo do ano e das famílias registradas foram calculados. O maior valor de correlação foi entre a ordem Coleoptera e a família Scirtidae (0,99), em virtude de quase 97% dos coleópteros pertencerem a família Scirtidae.

Com relação à precipitação acumulada, a abundância da Ordem não se mostrou correlacionada (-0,06), assim como registrado para Diptera. Nenhuma das famílias se mostrou fortemente correlacionada com a precipitação acumulada. Lampiridae foi a que apresentou a maior correlação, porém com um valor baixo (0,35) (Tab. XI). A figura 26 ilustra as variações da abundância da Ordem e da precipitação acumulada ao longo do período de coleta.

Foram calculados, assim como em Diptera, os índices de correlação entre a abundância da Ordem e das famílias mais abundantes, Scirtidae e Lampiridae e a precipitação acumulada um, três e cinco dias antes das coletas.

Nenhum dos valores obtidos foram superiores a 0,05, mostrando baixa correlação entre essas duas variáveis (Tab. XII).

A seguir serão apresentados os resultados das duas famílias que apresentaram maior abundância: Scirtidae e Lampiridae.

Família Scirtidae

Scirtidae foi o táxon mais abundante dentre todos os registrados na fitotelmata das Bromeliaceae. A família totalizou 96,7% da ordem Coleoptera (Tab. IX) e esteve presente com grande número de indivíduos em todos os meses do ano. No total foram coletados 4452 indivíduos (Tab. VIII). Setembro teve a maior abundância, 441 indivíduos, seguido por outubro, com 427. O mês com o menor número de indivíduos foi março, com 278 indivíduos coletados (Tab. X; Fig. 27). A abundância da família não esteve correlacionada com a família Lampiridae. O valor da correlação com a precipitação acumulada foi baixo, -0,10 (Tab. XI; Fig. 28).

Família Lampiridae

Janeiro foi o mês com a maior abundância de lampirídeos, 34 indivíduos. Já os meses que apresentaram menor abundância foram junho, com cinco indivíduos e julho e setembro com seis. A família contribuiu com 3,19% do total de coleópteros (Tab. X; Fig. 29). O índice de correlação da flutuação populacional ao longo do ano com a variação da precipitação acumulada foi baixo, porém alto quando comparado com a família Scirtidae e a ordem Coleoptera, 0,35 (Tab. XI; Fig. 30).

4.1.5. Imaturos de Syrphidae coletados em Bromeliaceae

Nos 12 meses de coleta foram capturados 33 indivíduos imaturos pertencentes à família Syrphidae (Figs. 31-38), com uma frequência relativa de 0,14% do total de macroinvertebrados. No mês de janeiro foram coletadas um terço das larvas, ou seja, 11 indivíduos, sendo o mês com maior abundância de sirfídeos, 0,42%, da fitotelmata das Bromeliaceae. Nos meses de abril, maio, setembro, outubro e novembro não foram coletados imaturos de Syrphidae (Fig. 39).

Avaliando-se o tamanho das plantas, especificamente o diâmetro, observou-se que 72% das larvas apresentaram-se distribuídas em três classes de diâmetro, de 48 - 54 cm, de 55 – 60 cm e de 61 a 66 cm (Fig. 40). O maior número de imaturos (11 indivíduos) concentrou-se na classe que vai de 55 cm a 60 cm (Fig. 40).

Realizaram-se análises de regressão simples, com intervalo de confiança de 95,0%, a fim de se encontrar alguma relação entre a abundância de imaturos de Syrphidae e o diâmetro e número de folhas das plantas. Não foi encontrada relação entre o número de imaturos de Syrphidae coletados nas Bromeliaceae e o diâmetro das mesmas ($r^2=0,0161$, $p=0,5635$; Fig. 41), bem como entre o número de imaturos e o número de folhas das plantas ($r^2=0,0686$, $p=0,2273$; Fig. 42).

Análises de regressão também foram utilizadas para se estabelecer relações entre a frequência relativa de larvas de Syrphidae e precipitação acumulada na região de coleta. Também não se encontrou relação significativa entre as duas variáveis ($r^2= 0,0021$, $p= 0,8865$; Fig. 43).

4.2. Syrphidae adultos obtidos em laboratório

No total, 12 larvas foram usadas em tentativas de criação. Destas, cinco (aproximadamente 42%) atingiram o estágio adulto. Três sirfídeos pertenciam ao gênero *Lejops* Rondani, espécie *Lejops barbiellinii* Ceresa (Figs. 44-51); um ao gênero *Copestylum* Macquart (Figs. 52-59) e outro ao gênero *Quichuana* Knab (Figs. 60-67). Para estes últimos dois exemplares não foi possível a identificação ao nível específico. *Lejops barbiellinii* possui um período pupal um pouco mais longo, em torno de 24 dias, quando comparado aos outros dois gêneros (Tab. XIII): 17 dias para *Copestylum* e 14 para *Quichuana*.

Foi o primeiro registro do gênero *Lejops* em Bromeliaceae, bem como em qualquer outro ambiente fitotelmico. A pupa do gênero *Lejops* ainda não está descrita na literatura.

As descrições necessárias serão oportunamente realizadas para publicação.

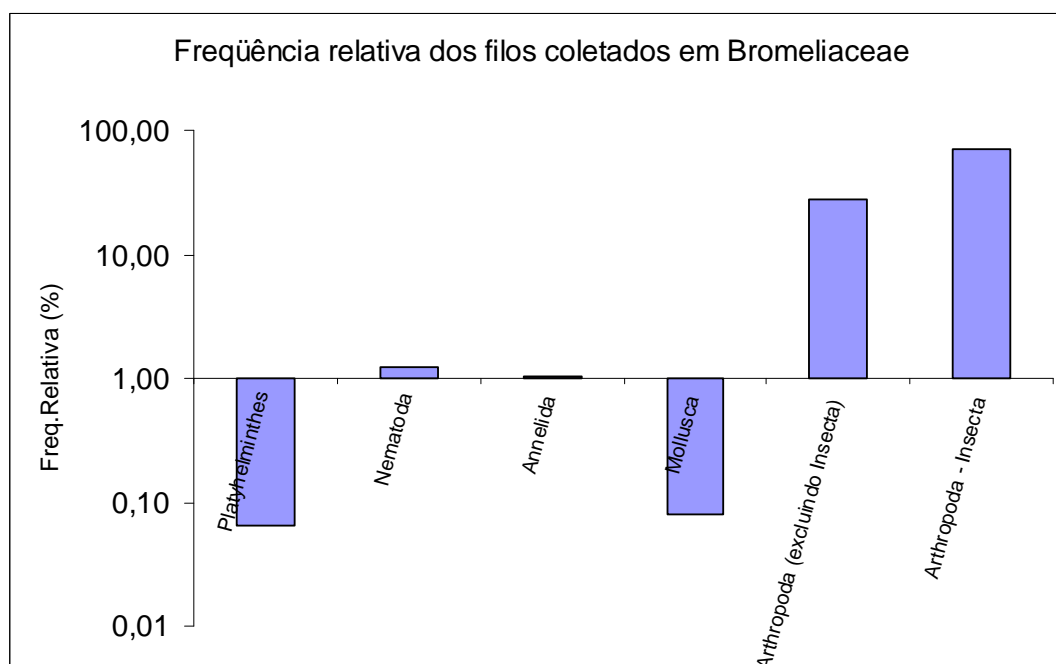


Figura 4. Freqüência relativa (%) dos filos coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

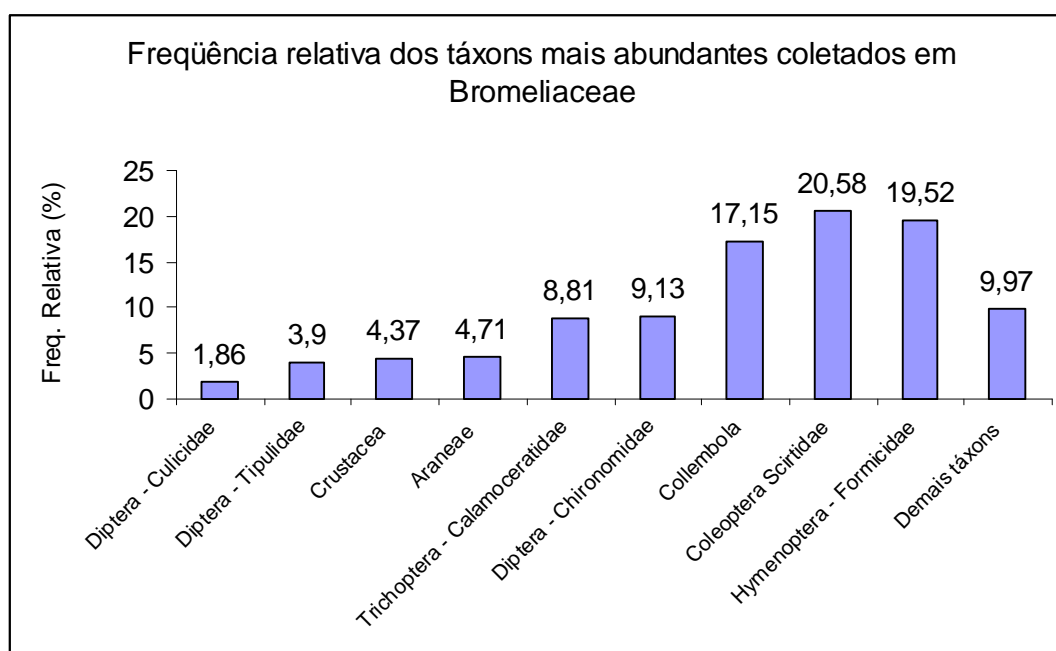


Figura 5. Freqüência relativa (%) dos táxons mais abundantes, coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

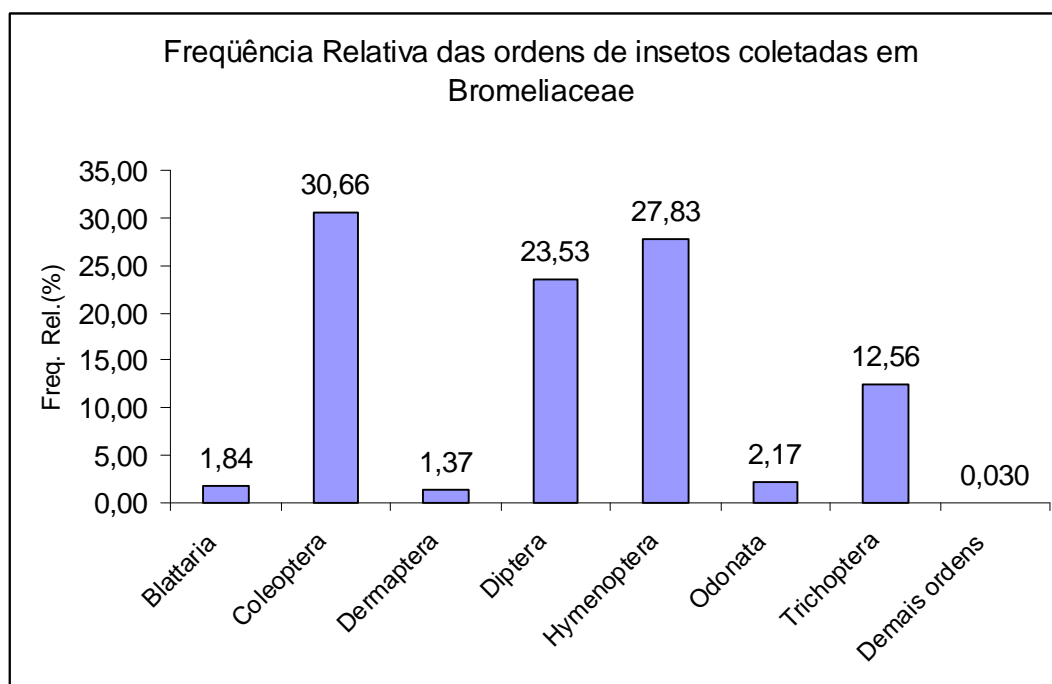


Figura 6. Frequência relativa (%) das ordens de Insecta mais abundantes, coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

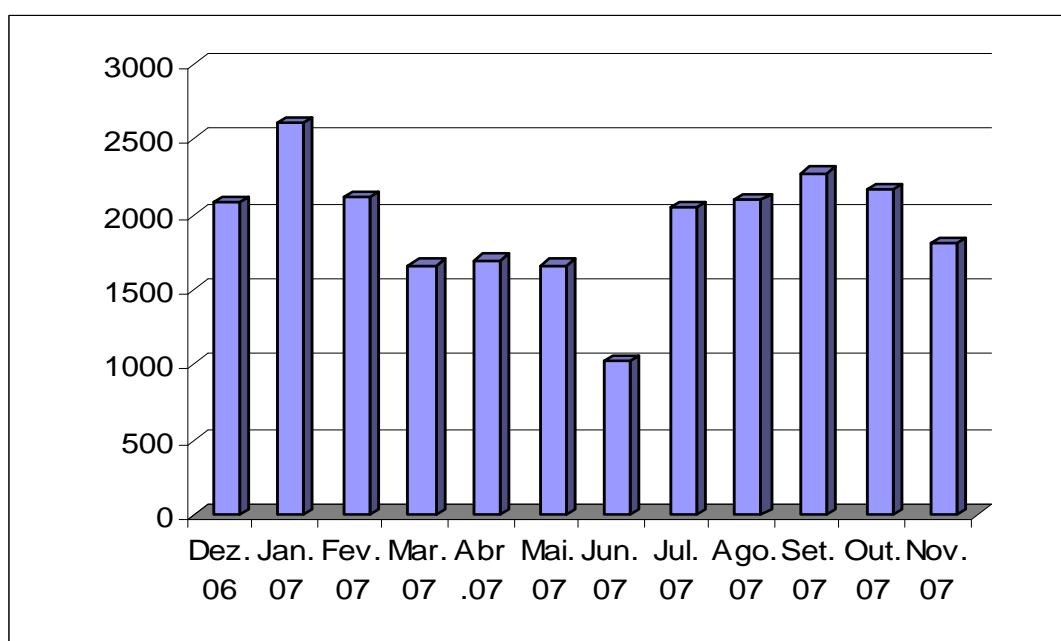


Figura 7. Variação da abundância de macroinvertebrados coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

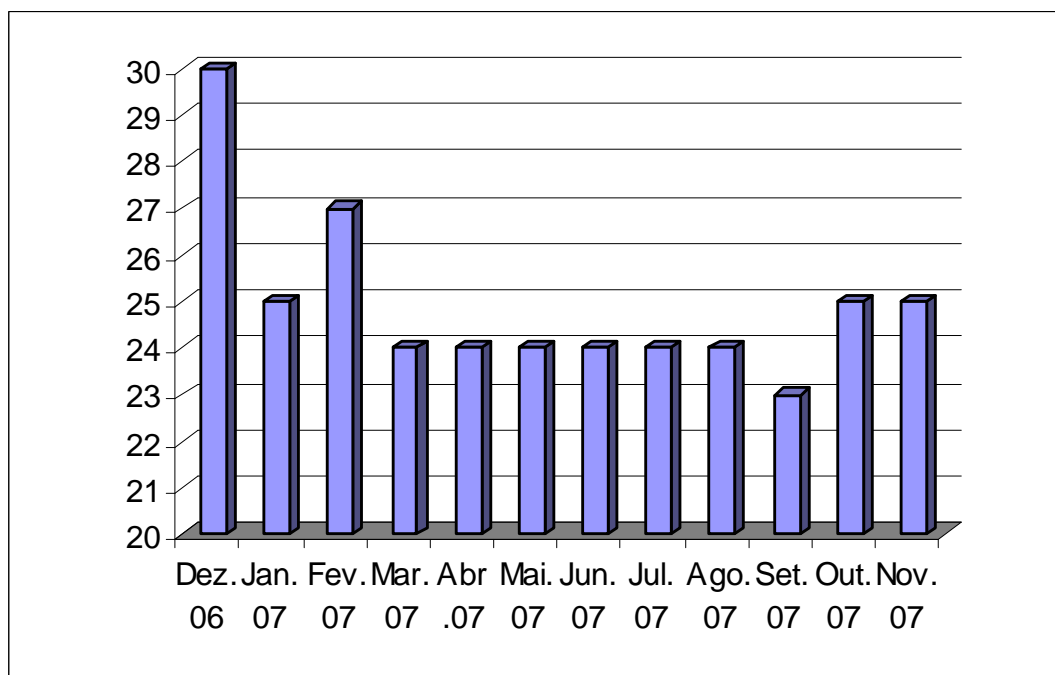


Figura 8. Variação do número de táxons coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

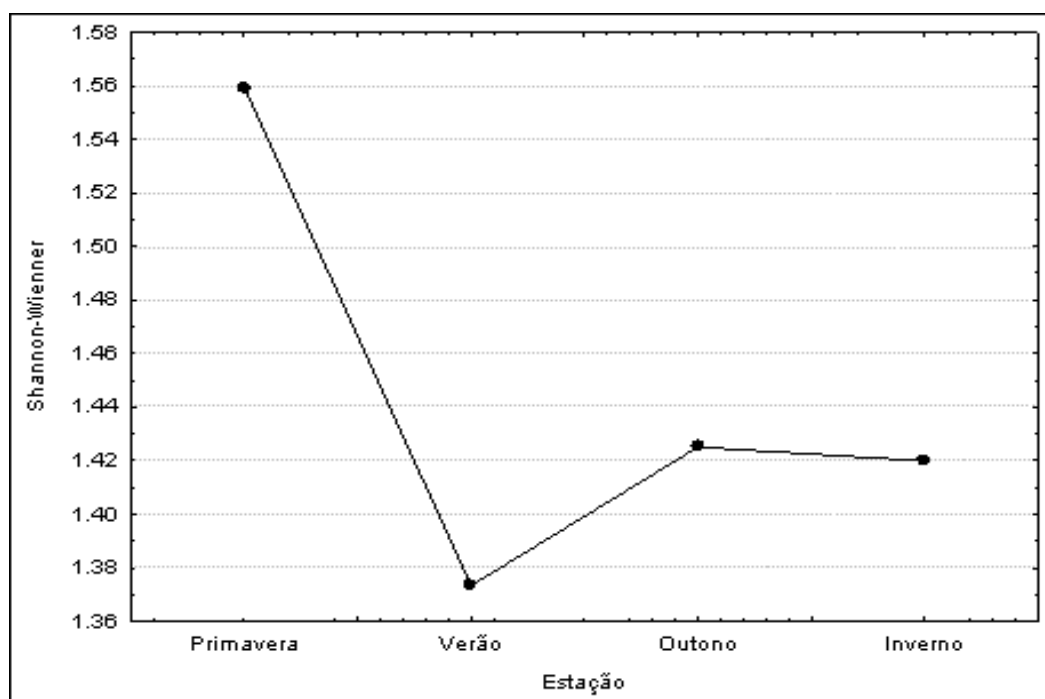


Figura 9. Variação do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a entomofauna coletada em Bromeliaceae, nas diferentes estações do ano, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

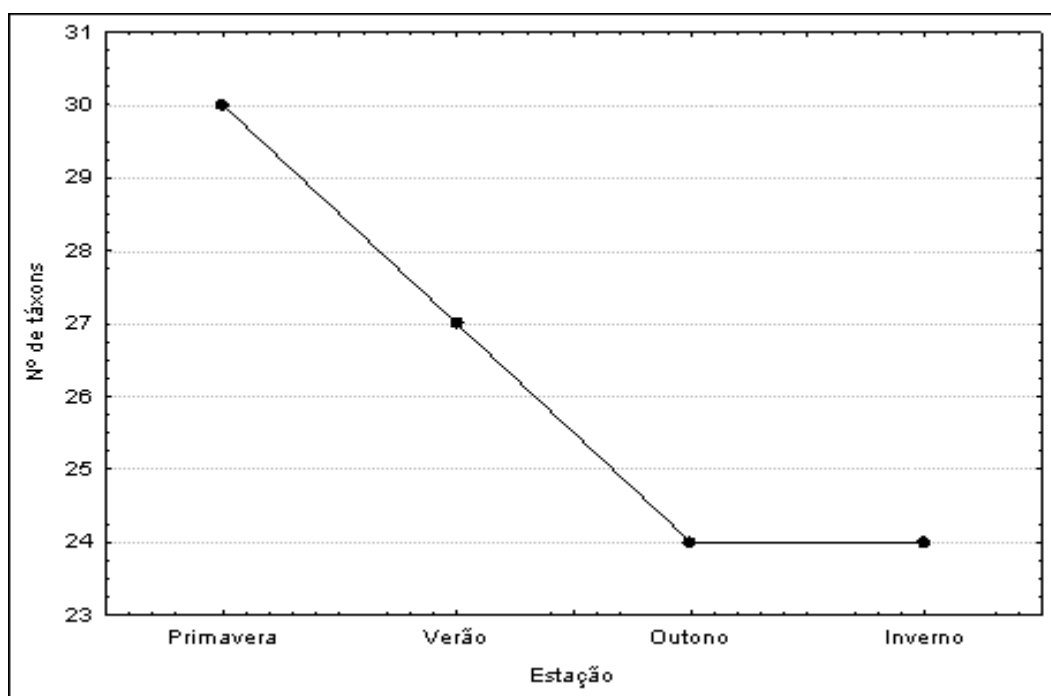


Figura 10. Variação do número de táxons coletados em Bromeliaceae, nas diferentes estações do ano, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

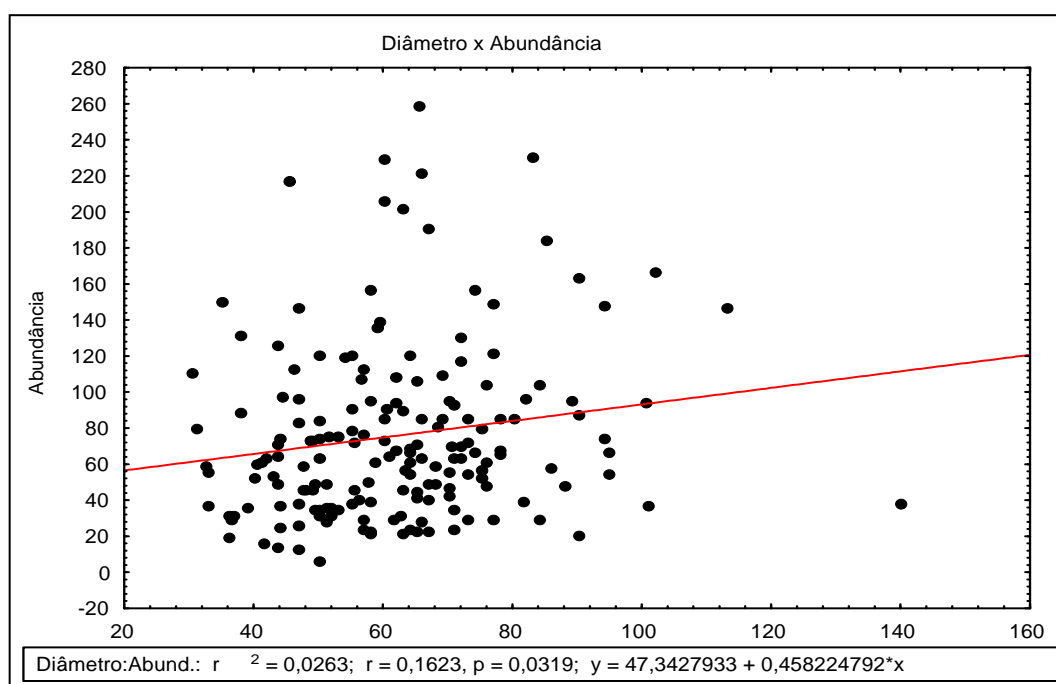


Figura 11. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o diâmetro das plantas (variável independente) e a abundância de macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

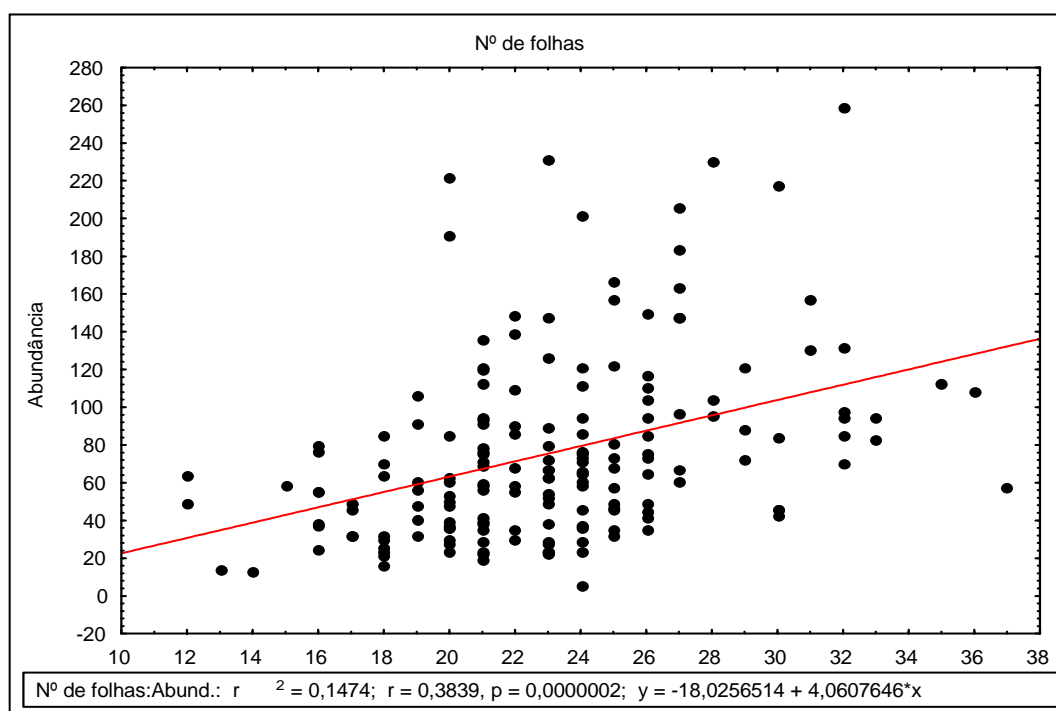


Figura 12. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o número de folhas das plantas (variável independente) e a abundância de macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

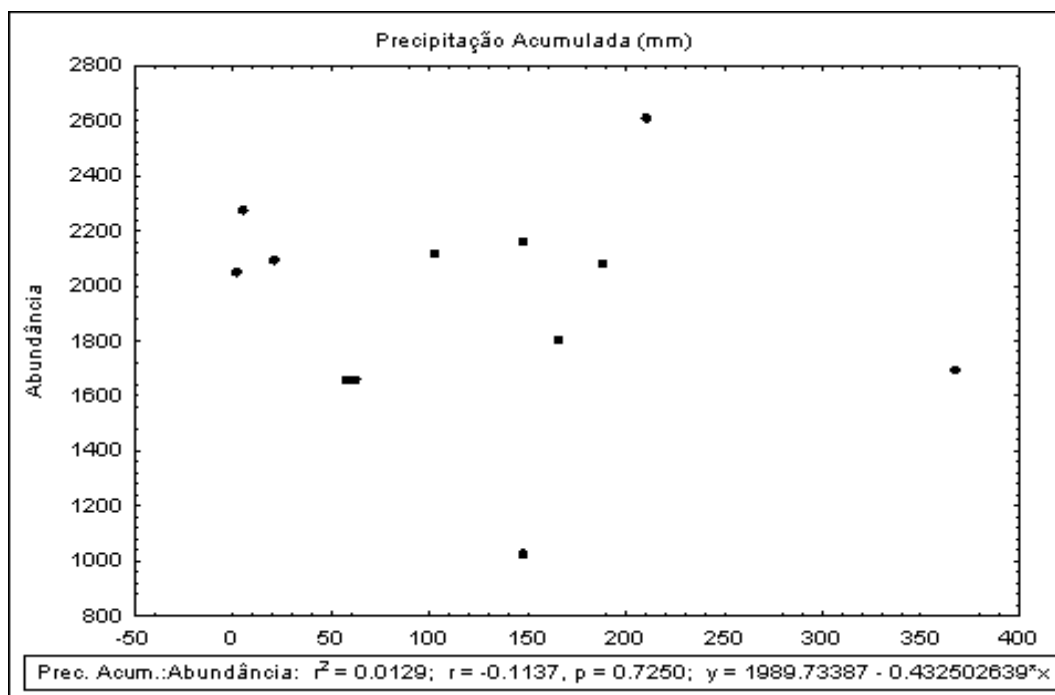


Figura 13. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e a abundância de macroinvertebrados (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

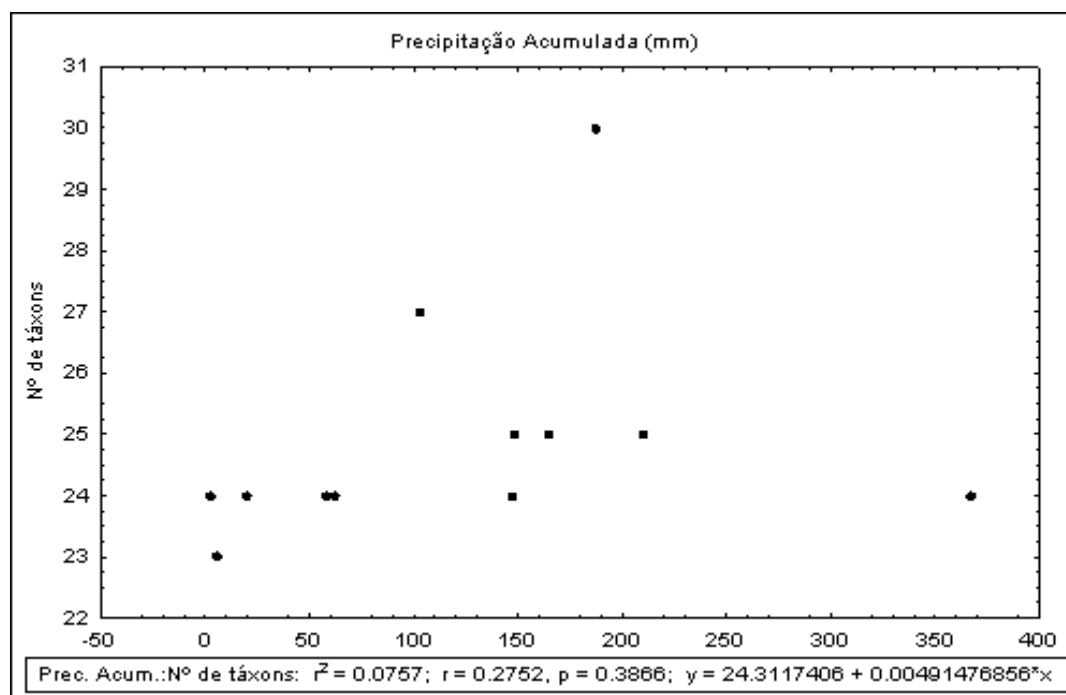


Figura 14. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e o número de táxons (variável dependente) coletados em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

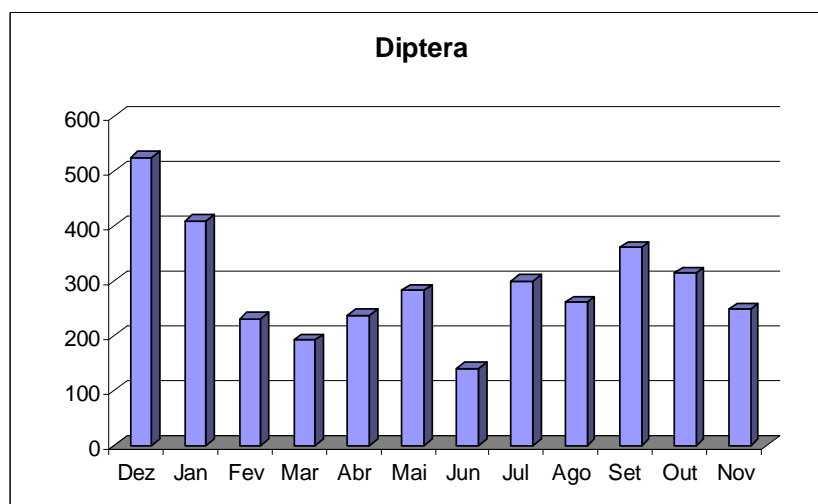


Figura 15. Flutuação populacional de dípteros coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

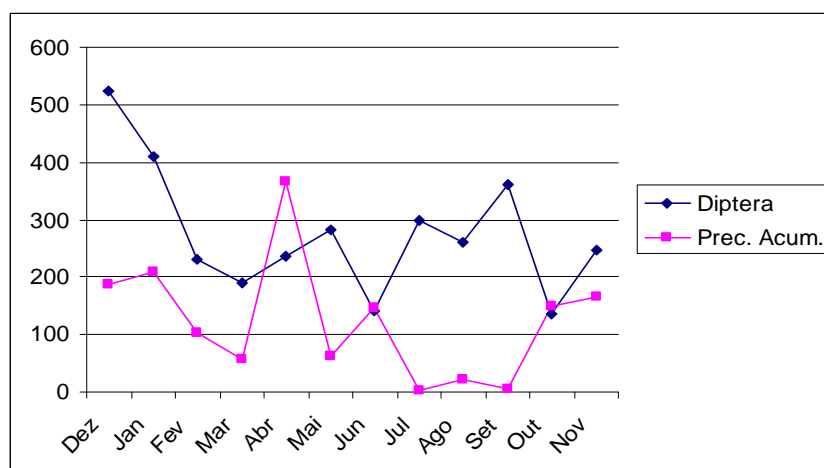


Figura 16. Variação da abundância de Diptera coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

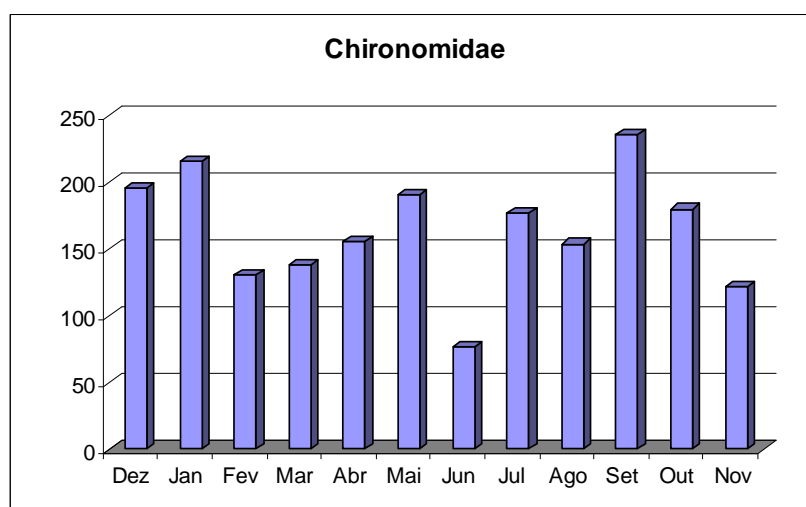


Figura 17. Flutuação populacional de quironomídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

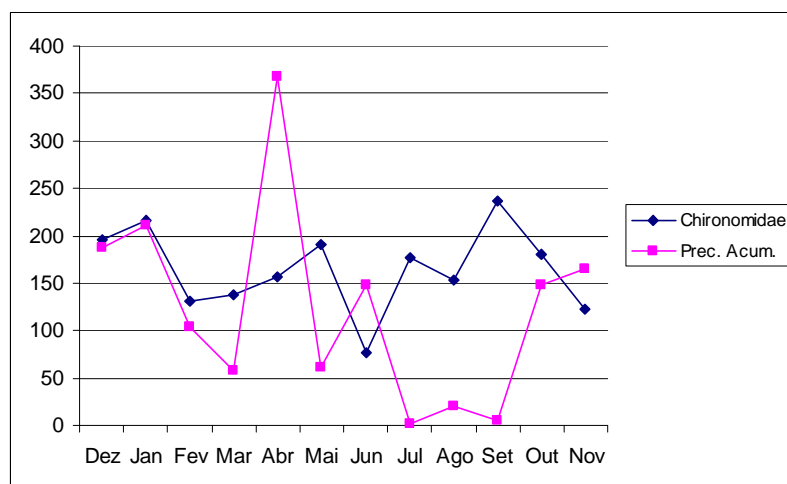


Figura 18. Variação da abundância de Chironomidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

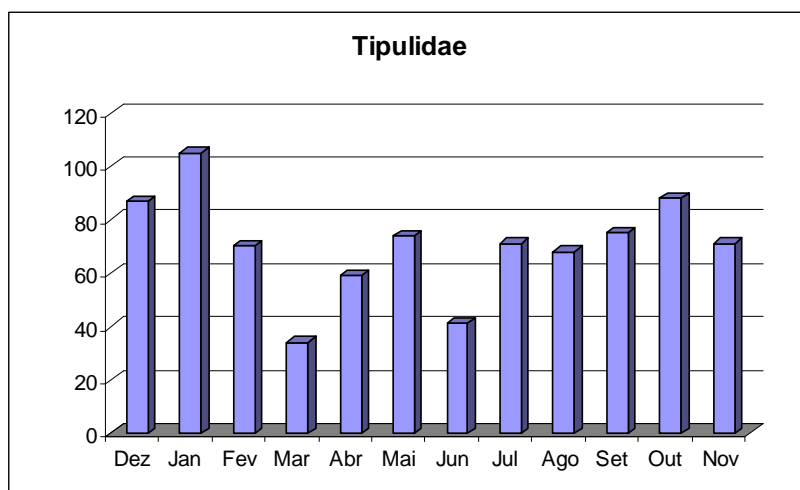


Figura 19. Flutuação populacional de tipulídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

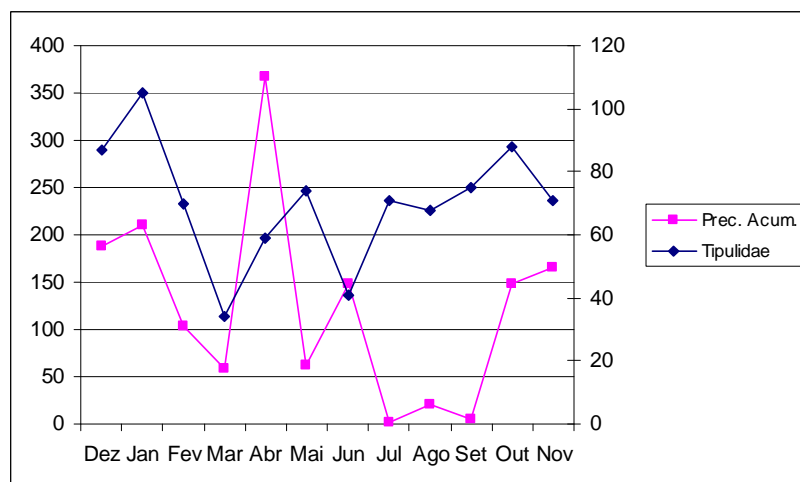


Figura 20. Variação da abundância de Tipulidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

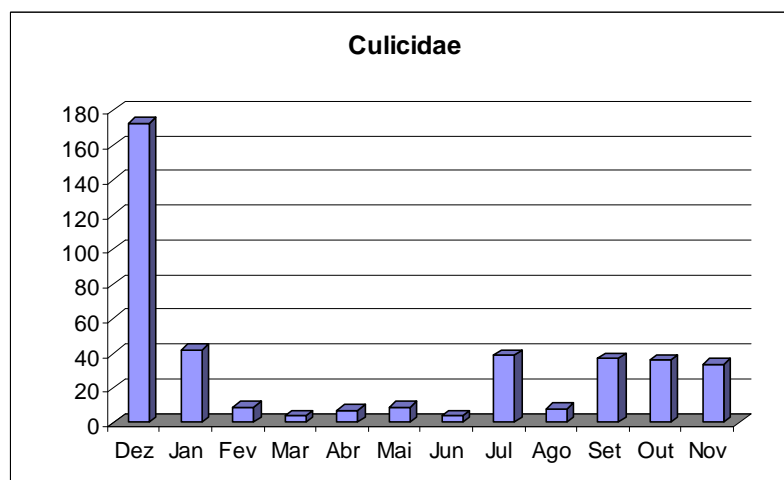


Figura 21. Flutuação populacional de culicídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

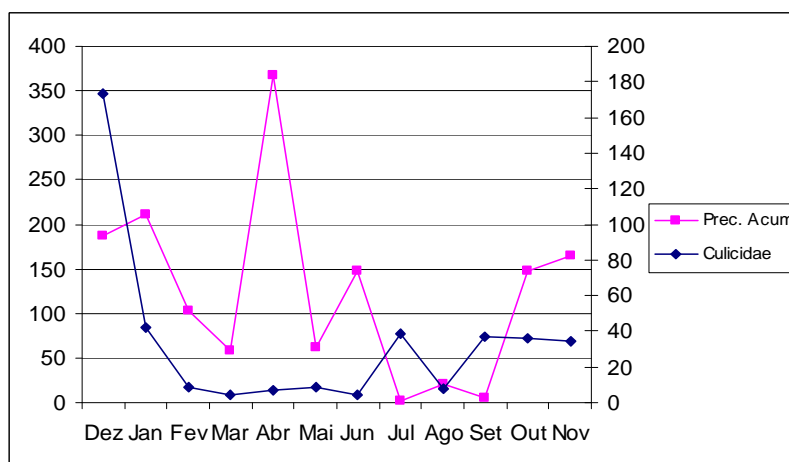


Figura 22. Variação da abundância de Culicidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

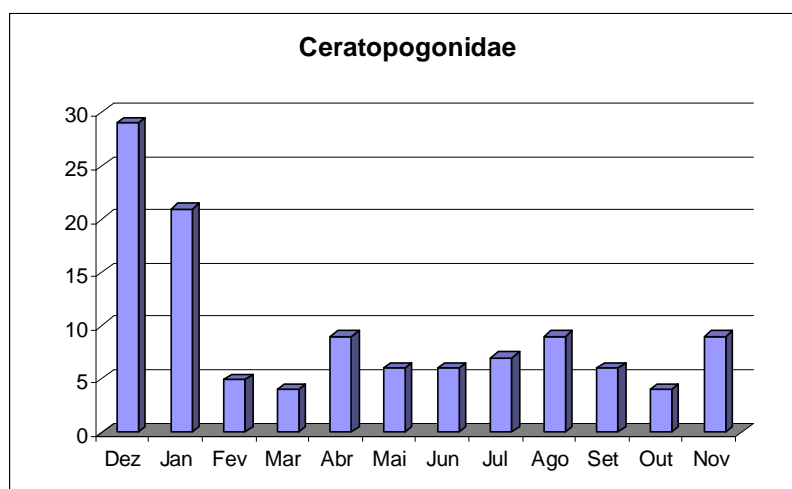


Figura 23. Flutuação populacional de ceratopogonídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

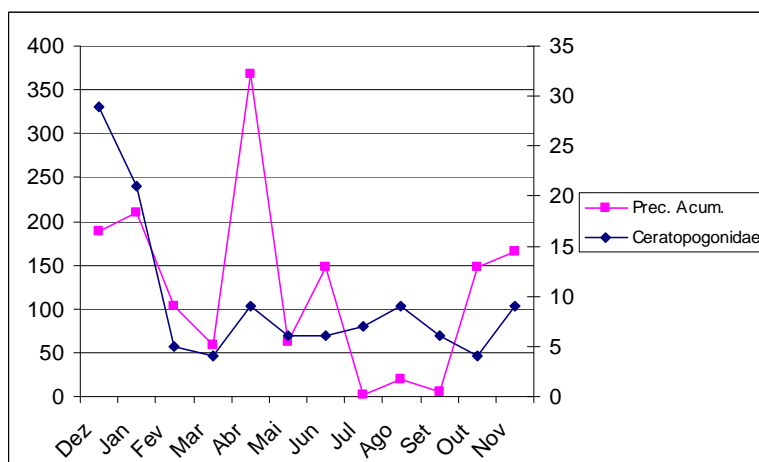


Figura 24. Variação da abundância de Ceratopogonidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

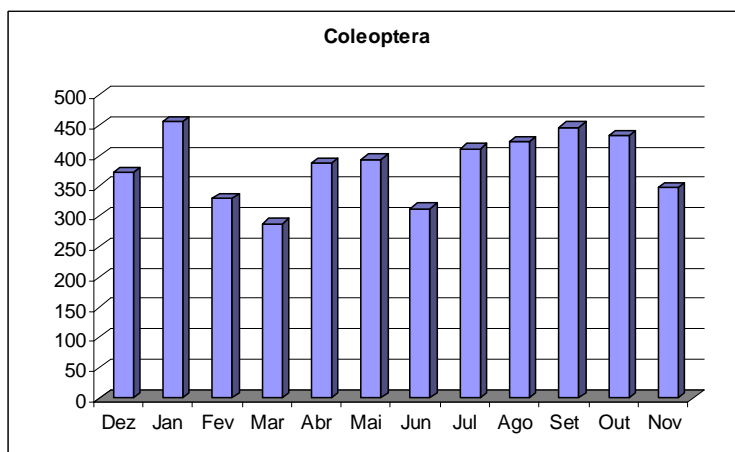


Figura 25. Flutuação populacional de coleópteros coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

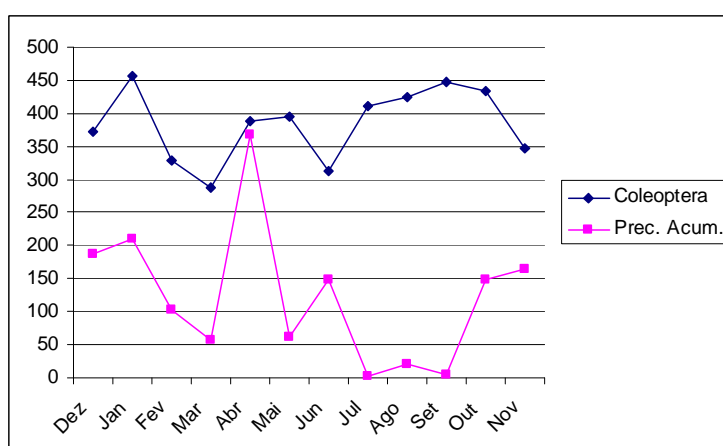


Figura 26. Variação da abundância de Coleoptera coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

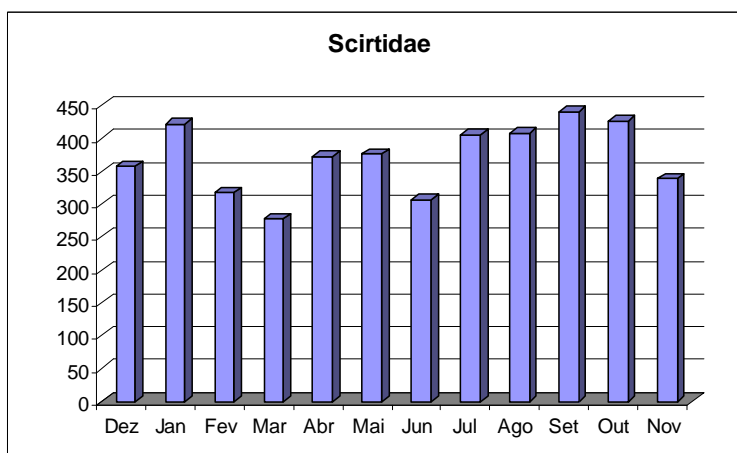


Figura 27. Flutuação populacional de Scirtidae coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

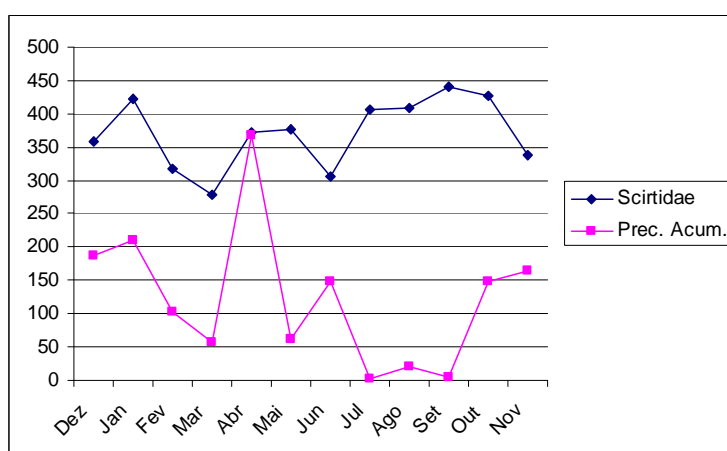


Figura 28. Variação da abundância de Scirtidae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

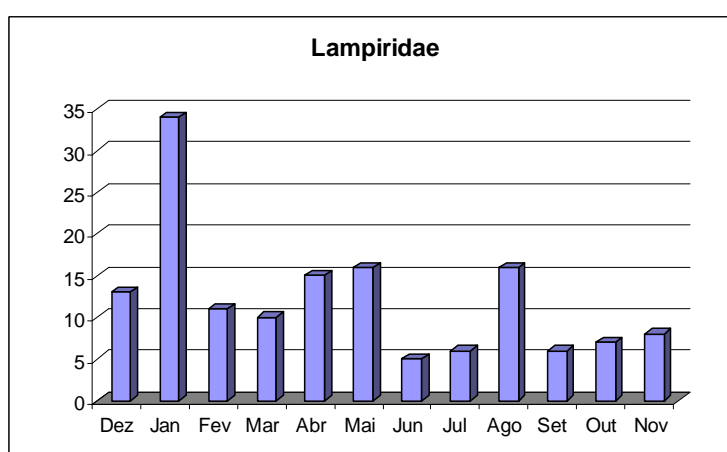


Figura 29. Flutuação populacional de lampirídeos coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

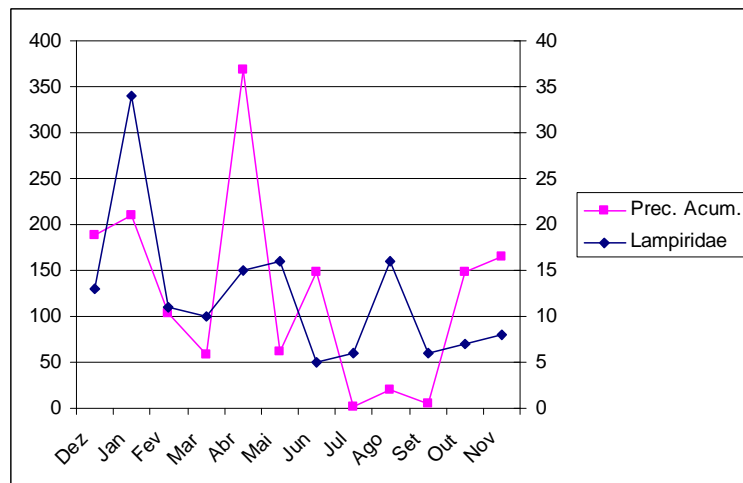
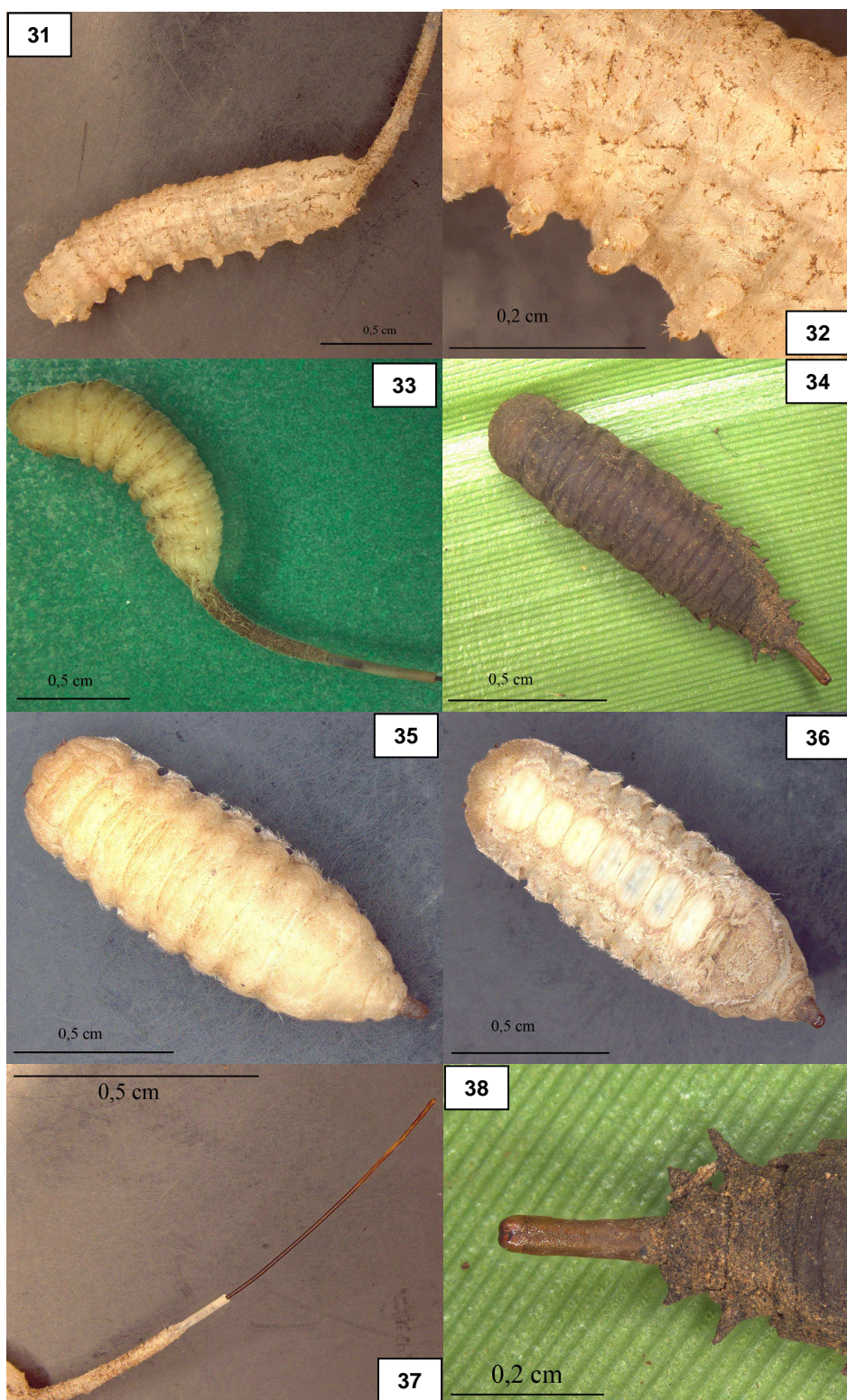


Figura 30. Variação da abundância de Lampiridae coletados e da precipitação acumulada em milímetros no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.



Figuras 31-38. Larvas de Syrphidae coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR. 31 e 33 - aspecto geral do corpo, vista lateral, 32 - apêndices locomotores, 34 e 35 - aspecto geral do corpo, vista dorsal, 36 - aspecto geral do corpo, vista ventral mostrando as ventosas, 37 e 38 - sífoes respiratórios.

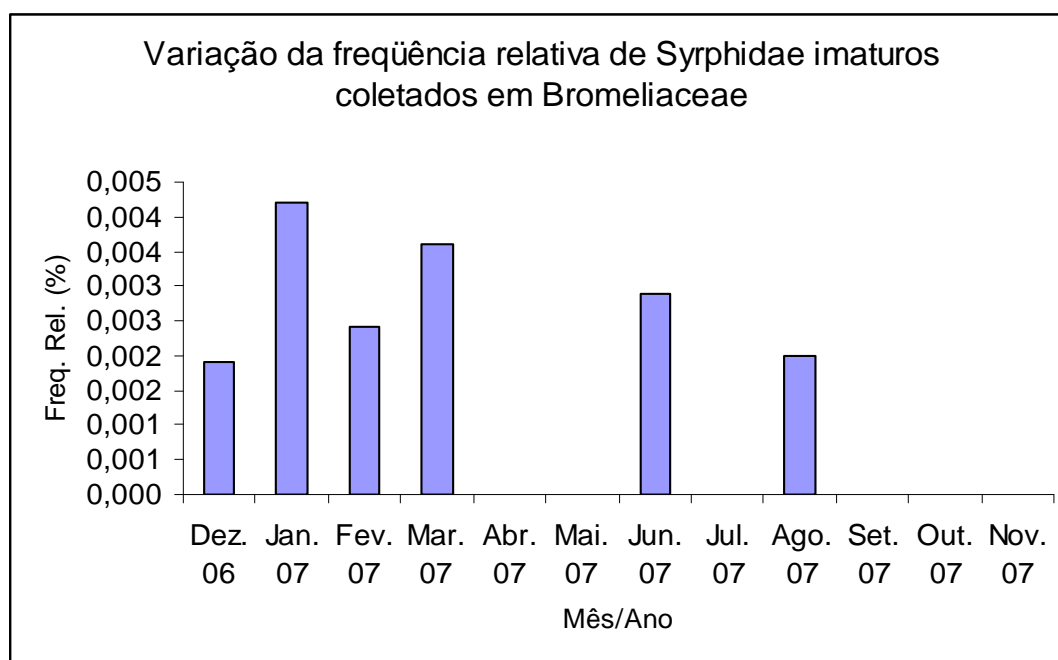


Figura 39. Variação da freqüência relativa (%) de larvas de Syrphidae coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

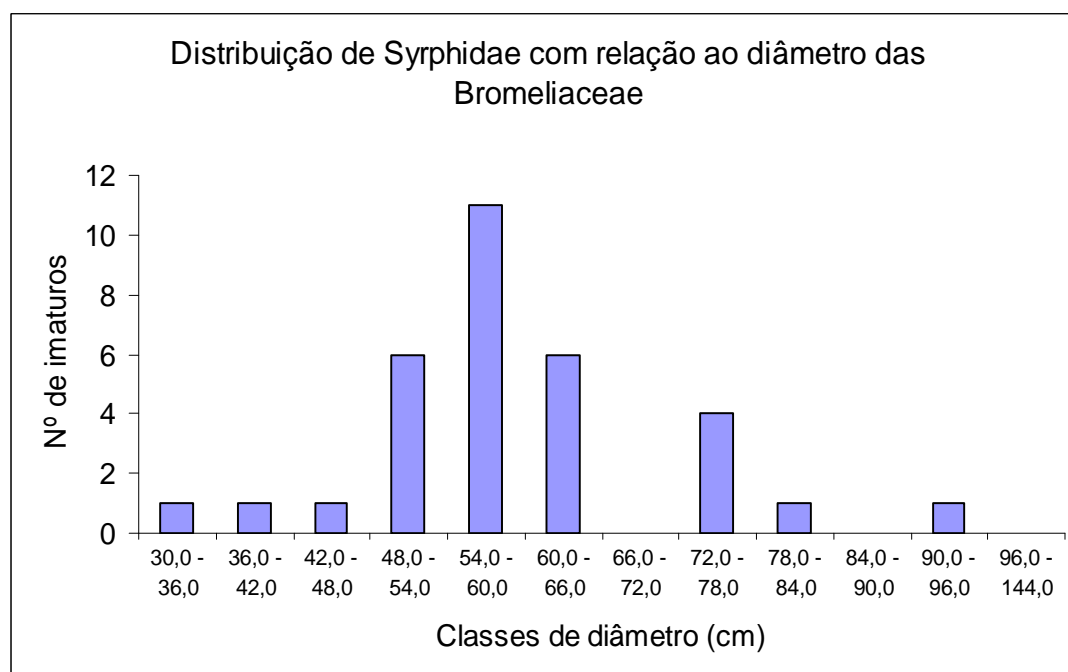


Figura 40. Distribuição das larvas de Syrphidae em diferentes classes de diâmetro, de Bromeliaceae coletadas no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

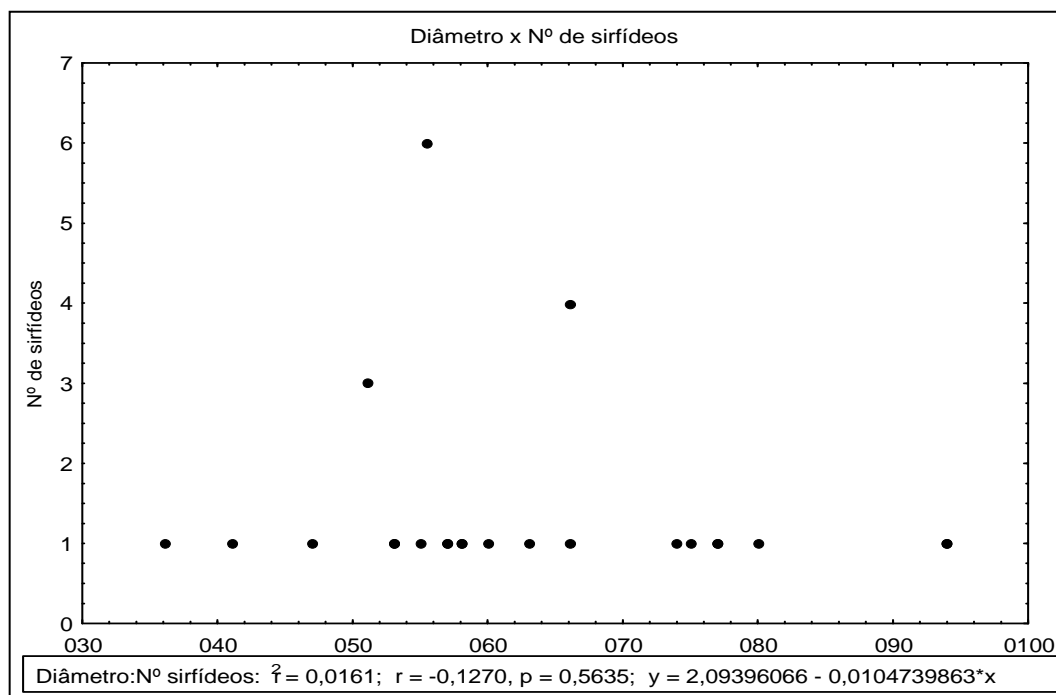


Figura 41. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o diâmetro das plantas (variável independente) e a abundância de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

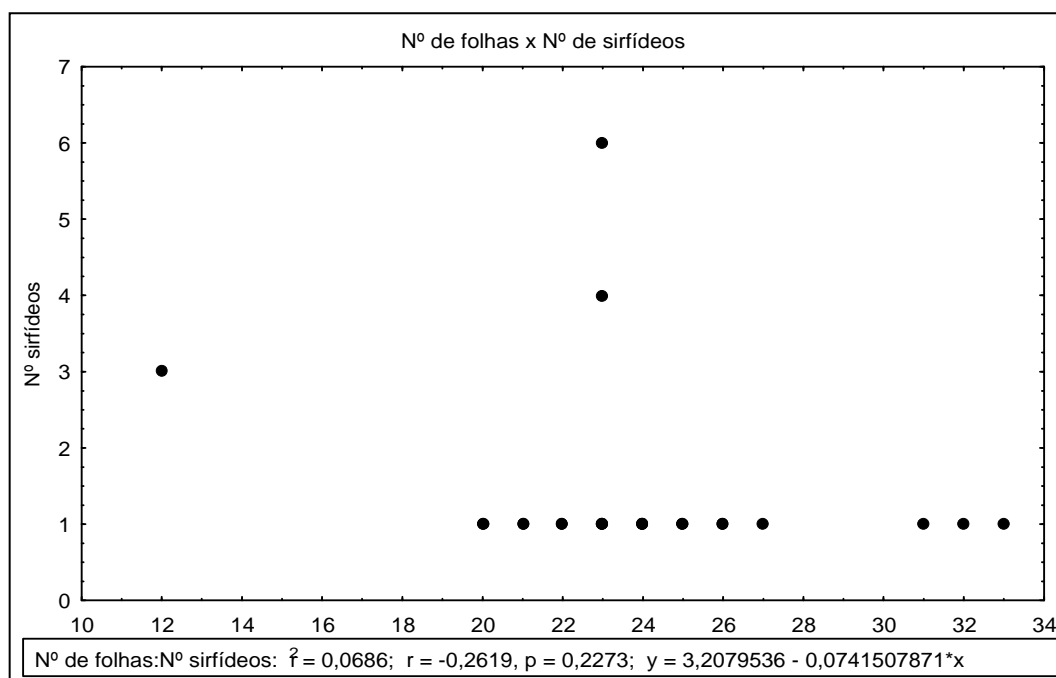


Figura 42. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre o número de folhas das plantas (variável independente) e a abundância de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.

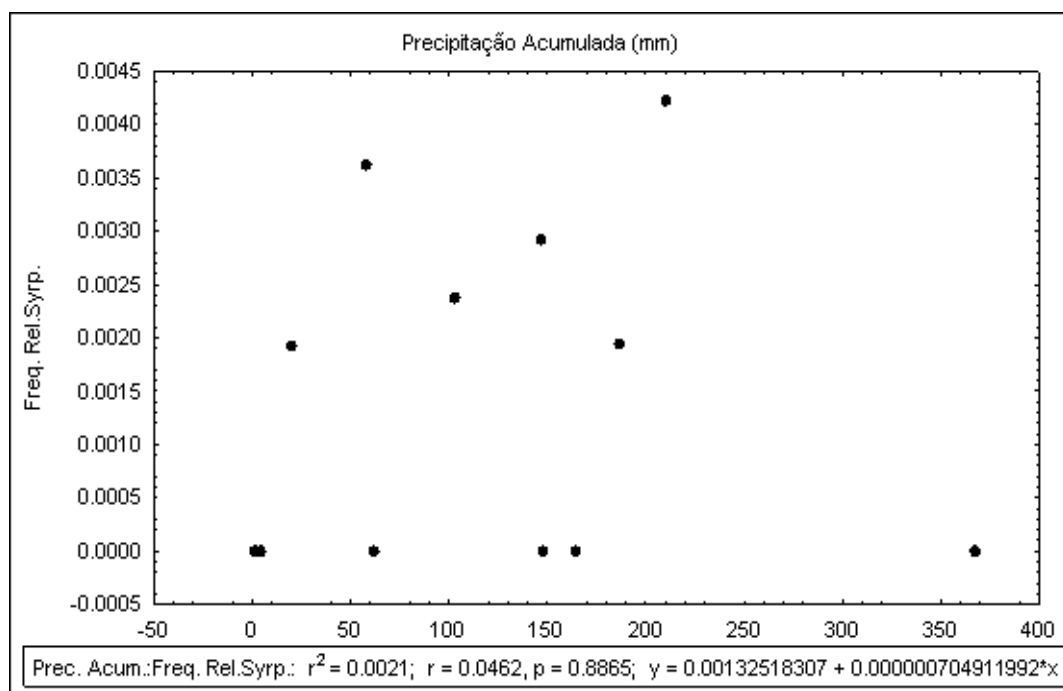
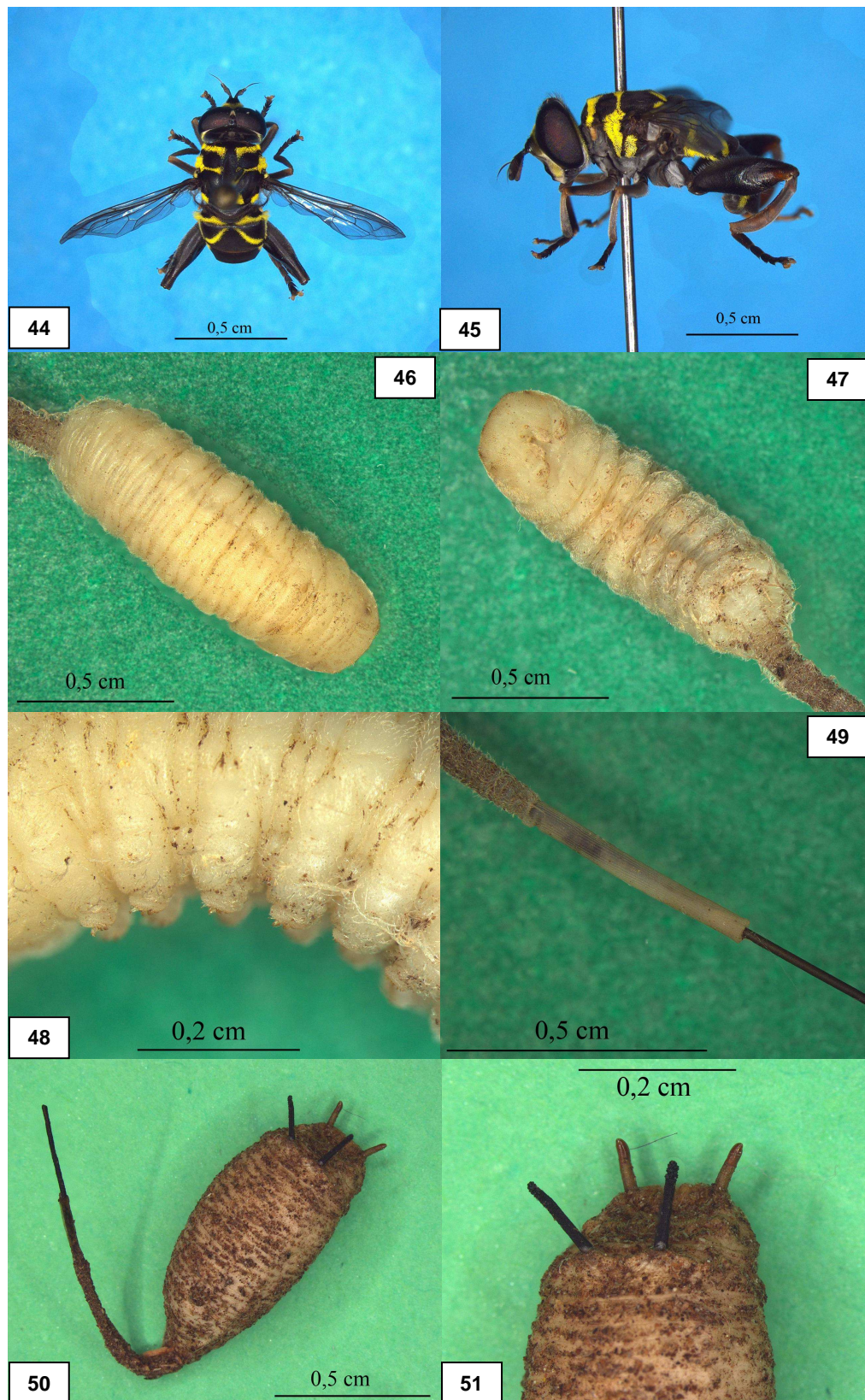
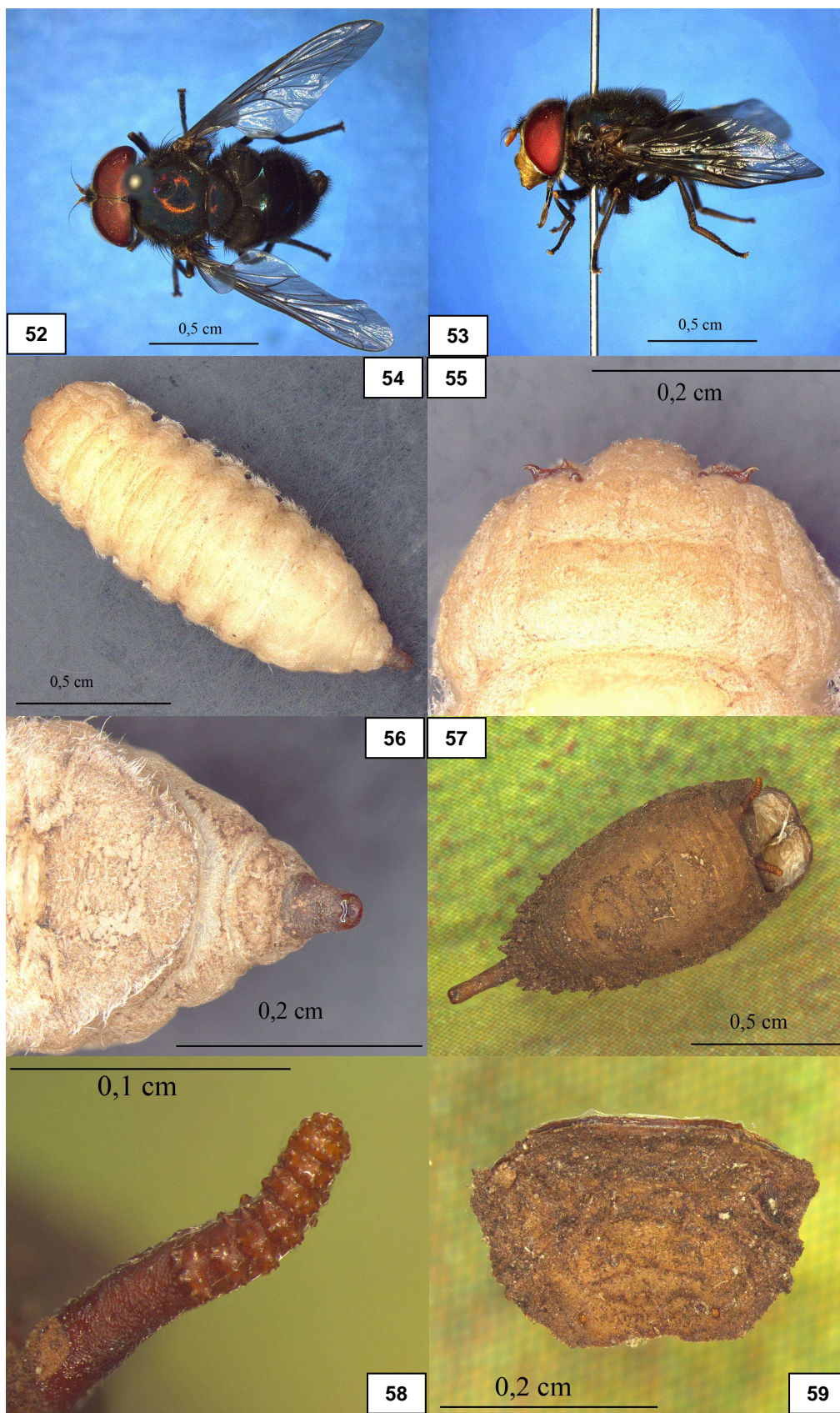


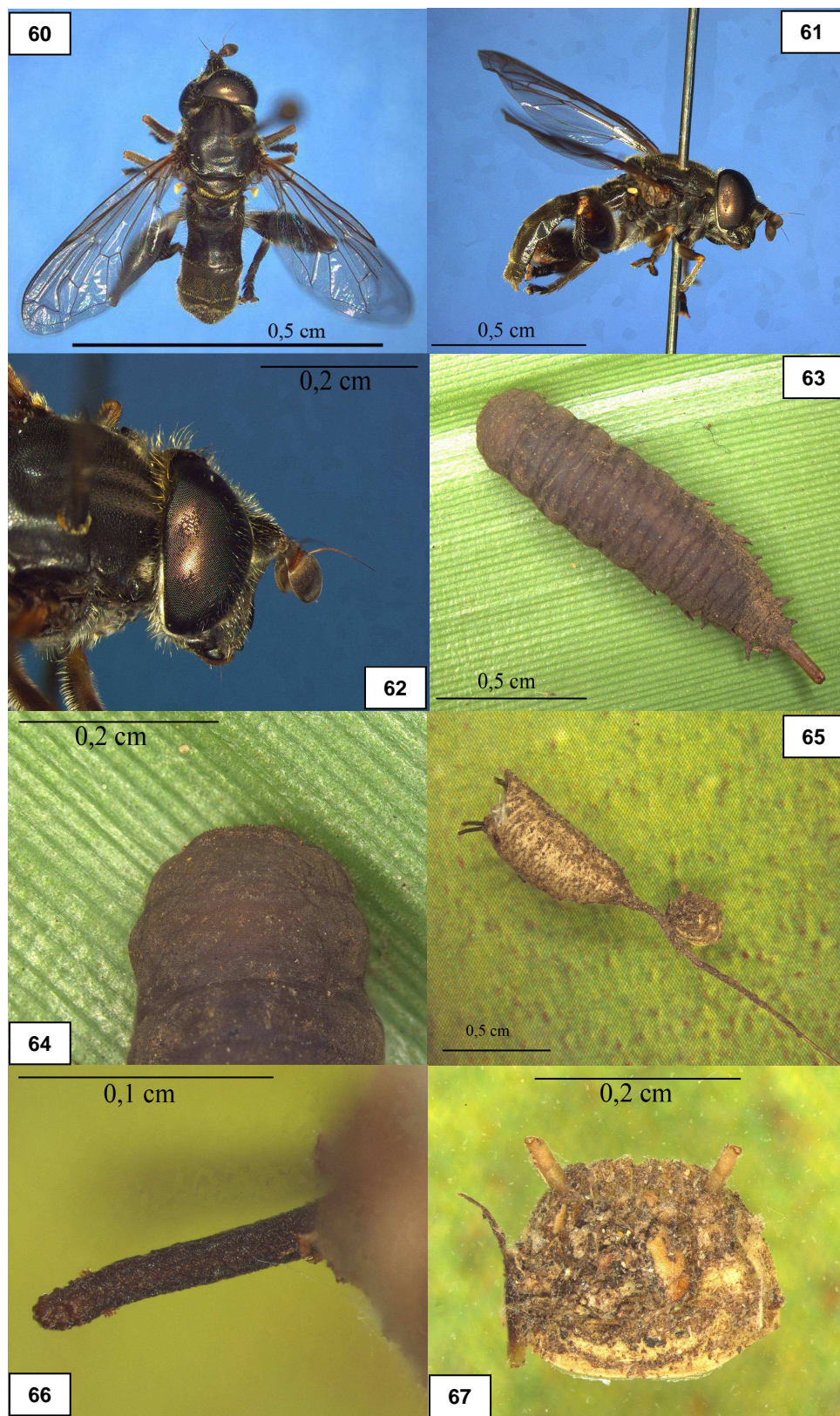
Figura 43. Resultado gráfico da análise de regressão simples realizada entre a precipitação acumulada (variável independente) e a abundância de larvas de Syrphidae (variável dependente) coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR, de dezembro de 2006 a novembro de 2007.



Figuras 44-51. *Lejops barbiellinii*. 44 - adulto, vista dorsal, 45 - adulto, vista lateral, 46 - larva, vista dorsal, 47 - larva, vista ventral, 48 - larva, apêndices locomotores, 49 - larva, sifão respiratório, 50 - pupa, vista dorsal, 51 - espiráculos da pupa.



Figuras 52-59. *Copestylum* sp. 52 - adulto, vista dorsal, 53 - adulto, vista lateral, 54 - larva, vista dorsal, 55 - larva, porção dorsal anterior, 56 - larva, porção ventral posterior, 57 - pupário, vista dorsal, 58 - espiráculo, 59 - opérculo do pupário.



Figuras 60-67. *Quichuana* sp. 60 - adulto, vista dorsal, 61 - adulto, vista lateral, 62 - adulto, vista lateral da cabeça, 63 - larva, vista dorsal, 64 - larva, porção dorsal anterior, 65 - pupário, vista lateral, 66 - espiráculo, 67 - opérculo do pupário.

Tabela I. Abundância, relação da abundância mensal/abundância total, frequência relativa e captura média de Díptera coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Mês	Ordem de abund.	Nº absoluto	%	Freq. Rel.(%)	Captura média
Dezembro/2006	1	525	15,0	25,3	21
Janeiro/2007	2	410	11,7	15,7	16,4
Fevereiro/2007	10	231	6,6	10,9	9,2
Março/2007	11	191	5,5	11,5	7,6
Abril/2007	9	237	6,8	14,0	8,4
Maio/2007	6	282	8,1	17,0	11,2
Junho/2007	12	140	4,0	13,6	5,6
Julho/2007	5	300	8,6	14,6	12
Agosto/2007	7	260	7,4	12,4	10,4
Setembro/2007	3	360	10,3	15,8	14,4
Outubro/2007	4	315	9,0	14,6	12,6
Novembro/2007	8	248	7,1	13,7	9,9
Total		3499	100		

Tabela II. Famílias de Díptera: número total de indivíduos por família e porcentagem da relação família/torial de dípteros coletados na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Família	Nº absoluto	%
Chironomidae	1974	56,4
Tipulidae	843	24,1
Culicidae	402	11,5
Ceratopogonidae	115	3,3
Stratiomyidae	60	1,7
Tabanidae	42	1,2
Syrphidae	33	0,9
Drosophilidae	30	0,9
Total	3499	100,0

Tabela III. Famílias de Díptera: número absoluto de exemplares coletados por mês na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Família	De z/0 6	Jan /07	Fev /07	Mar /07	Abr /07	Mai /07	Jun /07	Jul/ 07	Ag o/0 7	Set /07	Out /07	Nov /07	Total
Chironomidae	196	216	131	138	156	191	77	177	154	236	180	122	1974
Tipulidae	87	105	70	34	59	74	41	71	68	75	88	71	843
Culicidae	173	42	9	4	7	9	4	39	8	37	36	34	402
Ceratopogonidae	29	21	5	4	9	6	6	7	9	6	4	9	115
Stratiomyidae	10	6	11	5	4	2	3	1	8	2	3	5	60
Tabanidae	5	0	0	0	2	0	6	5	9	4	4	7	42
Syrphidae	4	11	5	6	0	0	3	0	4	0	0	0	33
Drosophilidae	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	525	410	231	191	237	282	140	300	260	360	315	248	3499

Tabela IV . Índice de correlação entre a distribuição dos exemplares ao longo do período de coleta - Diptera e famílias e entre famílias. Dipt.=Diptera, Cerato.=Ceratopogonidae, Chiro.=Chironomidae, Culic.=Culicidae, Droso.=Drosophilidae, Syrp.=Syrphidae, Strat.=Stratiomyidae, Taban.=Tabanidae e Tipul.=Tipulidae.

Correlação	Dipt.	Cerato.	Chiro.	Culic.	Droso.	Syrp.	Strat.	Taban.	Tipul.
Dipt.	x	0,81	0,79	0,86	0,83	0,19	0,25	-0,01	0,80
Cerato.		x	0,37	0,84	0,96	0,46	0,48	0,06	0,56
Chiro.			x	0,41	0,36	0,04	-0,14	-0,24	0,71
Culic.				x	0,92	0,09	0,37	0,19	0,49
Droso.					x	0,41	0,51	0,00	0,49
Syrp.						x	0,55	-0,35	0,18
Strat.							x	-0,02	0,17
Taban.								x	-0,05
Tipul.									x

Tabela V . Precipitação acumulada (mm) nos diferentes meses de coleta. Prec. Acum.=Precipitação acumulada

Mês	Prec. Acum. (mm)
Dez.06	326,8
Jan.07	218,8
Fev.07	98,6
Mar.7	103,4
Abr.07	182,0
Mai.07	176,6
Jun.07	7,6
Jul.07	126,0
Ago.07	2,0
Set.07	49,8
Out.07	88,4
Nov.07	166,2

Tabela VI. Índices de correlação entre a abundância da ordem Diptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada 15 dias antes da realização das coletas. Prec. Acum.=Precipitação Acumulada, Dipt.=Diptera, Cerato.=Ceratopogonidae, Chiro.=Chironomidae, Culic.=Culicidae, Droso.=Drosophilidae, Syrp.=Syrphidae, Strat.=Stratiomyidae, Taban.=Tabanidae e Tipul.=Tipulidae.

Fam.	Prec. Acum. (mm)
Dipt.	0,08
Cerato.	0,38
Chiro.	0,19
Culic.	0,10
Droso.	0,29
Syrp.	0,08
Strat.	0,10
Taban.	-0,22
Tipul.	0,08

Tabela VII. Índices de correlação entre a abundância da ordem Diptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada um, três e cinco dias antes da realização das coletas. Prec. Acum.=Precipitação Acumulada, Dipt.=Diptera, Cerato.=Ceratopogonidae, Chiro.=Chironomidae, Culic.=Culicidae, Droso.=Drosophilidae, Syrp.=Syrphidae, Strat.=Stratiomyidae, Taban.=Tabanidae e Tipul.=Tipulidae.

Família	Prec. Acum.(mm) 1 dia	Prec. Acum.(mm) 3 dias	Prec. Acum.(mm) 5 dias
Dipt.	0,12	0,44	0,26
Cerato.	-0,01	0,55	0,45
Chiro.	0,09	0,35	0,34
Culic.	-0,02	0,61	0,54
Droso.	0,02	0,63	0,55
Syrp.	-0,19	-0,11	-0,06
Strat.	0,02	0,20	0,18
Taban.	-0,43	-0,21	-0,22
Tipul.	0,10	0,43	0,54

Tabela VIII. Abundância, relação da abundância mensal/abundância total, frequência relativa e captura média de Coleoptera coletados em bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Mês	Ordem de abund.	Nº absoluto	% do total	Freq.Rel.(%)	Captura média
Dezembro/2006	8	373	8,1	18,0	14,9
Janeiro/2007	1	457	9,9	17,5	18,2
Fevereiro/2007	10	329	7,1	15,5	13,1
Março/2007	12	288	6,2	17,3	11,5
Abril/2007	7	388	8,4	22,9	15,5
Maio/2007	6	394	8,5	23,7	15,7
Junho/2007	11	313	6,8	30,5	12,5
Julho/2007	5	412	8,9	20,1	16,4
Agosto/2007	4	424	9,2	20,2	16,9
Setembro/2007	2	447	9,7	19,6	17,8
Outubro/2007	3	434	9,4	20,1	17,3
Novembro/2007	9	347	7,5	19,2	13,8
Total		4606	100,00		

Tabela IX. Famílias de Coleoptera: número total de indivíduos por família e porcentagem da relação família/total de dípteros coletados na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Família	Nº absoluto	%
Scirtidae	4452	96,66
Lampiridae	147	3,19
Curculionidae	5	0,11
Straphilinidae	1	0,02
Hydrophilidae	1	0,02
Total	4606	100

Tabela X. Famílias de Coleoptera: número absoluto de exemplares coletados por mês na fitotelmata de bromélias no período de Dezembro/2006 a Novembro/2007 no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, Paraná, Brasil.

Familia	De z/0 6	Jan /07	Fev /07	Mar /07	Abr /07	Mai /07	Jun /07	Jul/ 07	Ag o/0 7	Set /07	Out /07	No v/0 7	Total
Scirtidae	358	422	317	278	373	376	307	406	408	441	427	339	4452
Lampiridae	13	34	11	10	15	16	5	6	16	6	7	8	147
Curculionidae	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	5
Staphilinidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydrophilidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	373	457	329	288	388	394	313	412	424	447	434	347	4606

Tabela XI. Índices de correlação entre a abundância da ordem Coleoptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada 15 dias antes da realização das coletas. Prec. Acum.=Precipitação acumulada, Coleop.=Coleoptera, Scirt.=Scirtidae e Lamp.=Lampiridae.

Família	Prec. Acum. (mm)
Coleop.	-0,06
Scirt.	-0,10
Lamp.	0,35

Tabela XII. Índices de correlação entre a abundância da ordem Coleoptera e das famílias registradas com a precipitação acumulada um, três e cinco dias antes da realização das coletas. Prec. Acum.=Precipitação acumulada, Coleop.=Coleoptera, Scirt.=Scirtidae e Lamp.=Lampiridae.

Família	Prec. Acum.(mm) 1 dia	Prec. Acum.(mm) 3 dias	Prec. Acum.(mm) 5 dias
Coleop.	-0,13	0,15	0,25
Scirt.	-0,17	0,11	0,22
Lamp.	0,16	0,25	0,22

Tabela XIII. Número total e duração do período pupal, das espécies de Syrphidae obtidas em laboratório, a partir de larvas coletadas em Bromeliaceae, no Parque Estadual Rio da Onça, Matinhos, PR.

Gênero/Espécie	Total	Período pupal (dias)
<i>Lejops barbiellinii</i>	3	25
		24
		21
<i>Copestylum</i> sp.	1	17
<i>Quichuana</i> sp.	1	14

5. DISCUSSÃO

5.1. Macrofauna encontrada nas Bromeliaceae

Desde o trabalho clássico de PICADO (1913), tratando sobre a fauna que habitava as bromélias na Costa Rica, vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de investigar as relações e os habitantes dessas comunidades.

Nas últimas décadas muitos inventários sobre a fauna de determinadas espécies de Bromeliaceae foram realizados em vários países (e.g. BEUTELSPACHER 1971, SALAMANDRA 1977, PALACIOS-VARGAS 1981 e 1982, DOMINGUES *et al.* 1989, OCHOA 1993, OLIVEIRA *et al.* 1994, WITTMAN 2000, MESTRE *et al.* 2001, OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* 2004, FRANK *et al.* 2004) e estudos mais detalhados sobre as relações entre os organismos e a estruturação dessas comunidades também se tornaram objeto de estudo de muitos pesquisadores (FRANK 1983, PAOLETTI *et al.* 1991, COTGREAVE *et al.* 1993 e RICHARDSON 1999).

A maioria dos grupos taxonômicos de macroinvertebrados encontrados nas Bromeliaceae do Parque Estadual Rio da Onça já haviam sido registrados em outros trabalhos citados acima, como Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Chilopoda, Crustacea, Collembola e Insecta. Assim, é provável que as bromélias possuam uma fauna característica, permanente e transitória, mas com a predominância de alguns grupos.

Diferentes trabalhos realizados com espécies definidas de bromélias, como por exemplo, MESTRE *et al.* (2001), utilizando *Vriesea inflata*, FRANK *et al.* (2004), trabalhando com quatro espécies do gênero *Tillandsia* e OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004), com *Tillandsia turneri*, encontraram praticamente os mesmos táxons que os registrados no presente trabalho. No Parque Estadual Rio da Onça a grande maioria das bromélias pertencia à espécie *Nidularium innocentii* Lemaire. Dentre os trabalhos citados acima, o mais pertinente a comparações é o de MESTRE *et al.* (2001), pois o mesmo foi realizado próximo ao Parque Estadual Rio da Onça, no mesmo ecossistema, com condições climáticas semelhantes e também foram feitas comparações sobre abundância, riqueza e diversidade de macroinvertebrados em diferentes estações do ano. O

parâmetro que apresenta certa diferença é o de altitude entre as duas áreas: o Parque Estadual Rio da Onça fica situado entre 3 a 6 m acima do nível do mar, já MESTRE *et al.* (2001), trabalharam numa região com altitude de aproximadamente 1189m. Porém a fauna encontrada foi bastante similar.

RICHARDSON (1999) trabalhando em bosques entre 600 e 1070m, encontrou diferenças na abundância e dominância dos táxons em diferentes altitudes, com Coleoptera e Diptera se revezando como táxons mais abundantes.

MESTRE *et al.* (2001) encontrou um total de 23 táxons, numa amostra de 40 bromélias, 20 delas terrestres. No presente trabalho 34 táxons foram registrados em 300 bromélias, todas terrestres. A diferença deve-se provavelmente ao número amostral, mas também a outros fatores, como o tamanho das plantas coletadas ou a quantidade de água retida nas mesmas. Entre os táxons mais abundantes encontrados por MESTRE *et al.* (2001), em bromélias terrestres, apareceram Coleoptera, Scirtidae (35,5%), Diptera (26,9%) e Hymenoptera, Formicidae (15,7%), as proporções para estes táxons no presente trabalho foram: Coleoptera, Scirtidae, também foi o mais abundante (20,58%), seguido por Hymenoptera, Formicidae (19,52%) e todos os Diptera totalizaram 16,50%.

As freqüências relativas são parecidas. A alta abundância de Scirtidae é explicada pelo fato das larvas, mesmo não sendo aquáticas, estarem intimamente associadas à água acumulada nas bromélias, já que se alimentam de algas e fungos aquáticos (COSTA *et al.*, 1988). O fato de Diptera ter aparecido com uma freqüência menor que a registrada por MESTRE *et al.* (2001) pode ser devido ao tamanho reduzido de algumas bromélias, resultando em um volume menor de água, essencial para o desenvolvimento das larvas de Diptera que utilizam tal ambiente para seu desenvolvimento. Dentre os Hymenoptera, somente indivíduos da família Formicidae foram encontrados, em diferentes estágios de desenvolvimento (ovos, pupas e adultos), confirmando o desenvolvimento de ninhos nas bromélias e não somente o comportamento de forrageio das mesmas. Outros táxons também estiveram presentes em ambos os trabalhos, como *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae), Isopoda (Crustacea) e Araneae.

OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004), da mesma forma, encontraram *Scirtes* (Coleoptera, Scirtidae) como o táxon mais abundante em bromélias dos Andes Colombianos e assim como MESTRE *et al.* (2001), Coleoptera (40,54%) e Diptera (25,54%) como táxons mais abundantes. O terceiro táxon mais abundante, porém, foi Cladocera (Crustacea, 25,43%), táxon que esteve ausente nas coletas de MESTRE *et al.* (2001) e neste estudo.

ARMBRUSTER *et al.* (2002), coletaram 209 bromélias epífitas e obtiveram 354 morfo-espécies. Destas, 57% foram representadas por um único indivíduo e 11% por dois indivíduos; nas coletas realizadas no Parque Estadual Rio da Onça, esta relação também parece ocorrer, já que muitos táxons apresentaram muito pouco indivíduos.

Alguns trabalhos como ARMBRUSTER *et al.* (2002) e OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004) classificaram os macroinvertebrados coletados na fitotelmata das bromélias em diferentes guildas alimentares e relações entre as proporções dessas guildas poderiam fornecer muitas informações a respeito da estruturação e complexidade dessas comunidades. Neste trabalho, mesmo sendo possível a identificação dos indivíduos ao nível específico, faltariam muitas informações a respeito da biologia e ecologia dos animais, em virtude da fauna das Bromeliaceae ser pouco conhecida.

Os meses com maior abundância foram janeiro, setembro e outubro. O mês com menor abundância foi junho. Dezembro foi o mês com o maior número de táxons, já setembro teve o menor número de táxons registrados. MESTRE *et al.* (2001), comparando a abundância e riqueza de macroinvertebrados ao longo das diferentes estações do ano, encontrou uma maior abundância para bromélias terrestres na primavera e a menor no outono, já com relação a riqueza, a estação com maior número foi novamente a primavera e a de menor riqueza, o inverno. Os resultados são parecidos e o fato das condições climáticas, como precipitação, por exemplo, serem relativamente próximas podem explicar as variações similares encontradas entre os dois trabalhos.

Finalmente, MESTRE *et al.* (2001) encontrou alta similaridade entre a fauna associada às estações, não havendo diferenças estatisticamente significativas. A análise gráfica dos dados sugere uma aparente variação na abundância e riqueza de táxons durante o ano. Estas diferenças estão

relacionadas principalmente com os valores de precipitação, mesmo os resultados das regressões não mostrando isto (abundância x precipitação: $r^2 = 0,0129$, $p = 0,7250$; número de táxons x precipitação: $r^2 = 0,0757$, $p = 0,3866$), há a necessidade de inclusão nas análises de outros fatores que possam estar juntamente com a precipitação, influenciando a comunidade. Por isso, a utilização da precipitação acumulada como variável climática mais influente sobre as comunidades que habitam as bromélias, já que outras variáveis climáticas tais como temperatura e umidade relativa, por exemplo, permanecem mais constantes nestes microclimas. Em áreas com precipitações mais constantes ao longo do ano, as variações na macrofauna podem ser menores quando comparadas aos locais com estações secas mais pronunciadas, principalmente entre as bromélias epífitas.

Com relação ao microclima, entre os fatores que podem afetar a estrutura de comunidades de macroinvertebrados dentro de ambientes fitotélmicos estão o tamanho do ambiente, volume de água e disponibilidade de recursos alimentares, embora estes fatores variem espacialmente e temporalmente (KITCHING 1987, JENKINS *et al.* 1992, SOTA *et al.* 1994, BARRERA 1996, PARADISE 1998).

Com relação às variáveis morfométricas das plantas, houve relação significativamente positiva entre a variação da abundância e o diâmetro e número de folhas das plantas. OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004), realizaram análises de regressão, tanto para o total da amostra, quanto para cada bromélia separadamente; quando analisadas em conjunto, riqueza, diversidade e abundância não se relacionaram com nenhuma variável físico-química ou morfométrica. Quando analisados separadamente, porém, o conteúdo de água e a área da planta mostraram relações com a abundância de macroinvertebrados, já o número de folhas não foi significativo. Quando a planta tem maior tamanho, retém maior quantidade de água e serrapilheira e, portanto pode ser maior a quantidade de macroinvertebrados associados, já que se incrementam os microhabitats (FRANK 1983, ARMBRUSTER *et al.* 2002), os nutrientes provenientes da lixiviação das árvores causada pela água das chuvas e os provenientes da serrapilheira (MARGALEF 1983, FRANK 1983).

Nas regressões múltiplas realizadas por ARMBRUSTER *et al.* (2002), a massa de detritos, o volume de água e número de folhas tiveram efeito significativo sobre o número de morfo-espécies numa planta ($r^2=0,6200$). Os coeficientes obtidos na equação indicam que o número de folhas (uma medida da complexidade do habitat, independente do tamanho) e a massa de detritos (medida da abundância na base da cadeia alimentar) têm os efeitos mais fortes sobre o número de morfo-espécies na fitotelmata. Estes resultados são também consistentes com outros estudos prévios (HARMANN 1972, CODY 1975, TONN & MAGNUSON 1982, DEVRIES *et al.* 1997, HANSEN 2000), os quais suportam a idéia da heterogeneidade espacial como um determinante primário da diversidade de espécies em comunidades ecológicas.

5.1.1. Ordens Diptera e Coleoptera

Dentro da Classe Insecta, as ordens com maior número de famílias e de indivíduos foram Diptera e Coleoptera. Entre as famílias registradas, Scirtidae (Coleoptera) e Chironomidae (Diptera) apresentaram a maior abundância.

Com relação às famílias de Diptera identificadas, a maioria delas já havia sido registrada habitando outros ambientes fitotélmicos. Alguns trabalhos registraram um número maior de famílias de dípteros quando comparados com o presente estudo, onde foram registradas oito famílias. MESTRE *et al.* (2001) encontraram dez famílias, sendo quatro comuns a este trabalho (Chironomidae, Tipulidae, Culicidae e Ceratopogonidae). MARCONDES & PINHO (2005) encontraram 14 famílias, sendo cinco comuns a este trabalho (Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Drosophilidae e Tipulidae).

A família Chironomidae foi a mais abundante entre os dípteros, assim como registrado por MESTRE *et al.* (2001) e OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004). Tipulidae também foi uma família abundante dentro da Ordem, tanto neste quanto em outros (RICHARDSON *et al.* 2000, OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* 2004).

As famílias Culicidae e Ceratopogonidae apareceram como a terceira e quarta respectivamente, em abundância, entre os dípteros. RICHARDSON *et al.* (2000) registraram um ceratopogonídeo da subfamília Forcipomyiinae, como o táxon mais abundante em brácteas de *Heliconia*, em Porto Rico. Com relação a Culicidae, RICHARDSON *et al.* (2000), registraram *Wyeomyia* sp., como o

táxon mais abundante dentre todos os registrados. No presente trabalho, a contribuição destes táxons no total de indivíduos coletados não foi tão significativa.

Com relação às famílias menos representativas alguns dados são interessantes. Por exemplo, a família Stratiomyidae foi pela primeira vez registrada habitando a fitotelmalta de Bromeliaceae, num total de 60 imaturos. A família foi coletada em todos os meses. As larvas de Stratiomyidae estão freqüentemente associadas à decomposição de matéria orgânica vegetal ou animal, com tendência a saprofagia, coprofagia ou mesmo fitofagia. Podem ser divididas em terrestres e aquáticas. As espécies aquáticas podem ocorrer tanto em ambientes lênticos quanto lóticos, podendo algumas espécies habitar o ambiente semi-aquático. Algumas larvas de Stratiomyidae podem se desenvolver em condições extremas de salobridade ou temperatura (MERRIT & CUMMINS 1984).

Com relação à família Tabanidae, os estágios larvais da maioria das espécies ocorrem em condições lamacentas (variando de habitats totalmente aquáticos, lênticos ou lóticos a solos lamacentos). As larvas de poucas espécies vivem em solos mais secos e outras em madeira em decomposição. São predadoras, alimentando-se de pequenos invertebrados.

A família Drosophilidae, só havia sido registrada uma vez, em bromeliáceas, na ilha de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (MARCONDES & PINHO 2005). A maioria das larvas são diminutas e desenvolvem-se rapidamente em frutas em decomposição. Alguns imaturos são minadores de tecidos vegetais (MCALPINE 1987).

Alguns levantamentos de fauna de Bromeliaceae como WITMANN (2000), MARCONDES & PINHO (2005), e mesmo MESTRE *et al.* (2001), não trazem informações sobre a quantidade de indivíduos coletados de cada táxon, listando as famílias encontradas na fitotelmata.

Apesar de janeiro ter sido o mês com o maior número total de indivíduos coletados, dezembro foi o mês com o maior número de dípteros coletados, chegando a representar 25,3% do total da coleta e 15% do total de dípteros. Este resultado é devido ao grande número de larvas de Culicidae e Ceratopogonidae encontrado nesse mês, em comparação com os demais meses do ano, onde quase a metade de todos os culicídeos e 30% dos

ceratopogonídeos foram registrados. Já que o valor do índice de correlação entre a abundância destas famílias e a precipitação acumulada foi baixo, outros fatores podem estar influenciando a presença destas famílias dentro da comunidade, como por exemplo, interações ecológicas com outras espécies ou variáveis ambientais.

Janeiro foi o segundo mês mais abundante em dípteros. Após este mês, a abundância de Culicidae caiu consideravelmente, assim como a da família Ceratopogonidae. A família Drosophilidae também não aparece mais após janeiro. As famílias Chironomidae, Tipulidae e Stratiomyidae foram as que apresentaram uma distribuição mais homogênea ao longo do ano.

Tabanidae apresentou um padrão diferenciado das outras famílias, que concentraram maior abundância nos meses iniciais de coleta. Depois do mês de dezembro, não houve registro da família nos meses de janeiro, fevereiro, março e maio, ou foi coletada em frequências muito baixas (abril, dois indivíduos). Somente a partir de junho houve aumento em sua frequência nas coletas. Já Syrphidae teve seu pico de abundância no mês de janeiro, onde um terço das larvas foram coletadas (11). Mais sobre a abundância da família Syrphidae é discutido no item 4.1.5.

Todas essas variações na abundância das famílias ao longo do ano não parecem ter sido influenciadas pelos níveis de precipitação, já que os índices de correlação entre as duas variáveis tanto para a Ordem, quanto para cada uma das famílias foram baixos. Somente Ceratopogonidae apresentou certa correlação com a precipitação acumulada nos 15 dias anteriores à data da realização das coletas (0,38). Isto corrobora os resultados de ARMBRUSTER *et al.* (2002), que indicam que o volume de água tem um papel significativo na abundância e riqueza de morfo-espécies, porém pequeno quando comparado com a massa de detritos dentro da planta ou com o número de folhas da mesma, sendo o espaço por si só, independente desses outros fatores.

Contudo, quando as correlações foram realizadas entre a abundância de cada uma das famílias ao longo do ano e a precipitação acumulada em diferentes intervalos ao de 15 dias (um, três e cinco dias anteriores à coleta), Ceratopogonidae, Culicidae e Drosophilidae tiveram índices de correlação 0,55, 0,61 e 0,63 respectivamente, para a precipitação acumulada três dias antes da realização das coletas. Culicidae e Drosophilidae também apresentaram

índices significativos para a precipitação acumulada cinco dias antes da coleta (0,54 e 0,55). Isto pode ser devido ao fato de um acúmulo de água maior no tanque ser mais atrativo às fêmeas que precisam encontrar locais para a oviposição. Porém, a quantidade de nutrientes que permanecem nas bromélias após grandes volumes de chuva é pequena e provavelmente permita o desenvolvimento de poucos desses ovos.

As interações entre os organismos também deve ser um fator chave no entendimento das variações de abundância das populações de insetos aquáticos habitantes da fitotelmata das bromélias. A presença de certas espécies pode favorecer ou inibir o aparecimento de outras, ou podem sobreviver conjuntamente, no mesmo habitat, sob as mesmas condições, sem necessariamente competirem por recursos ou espaço.

As análises de correlação entre a abundância das famílias mostraram alguns índices informativos. A abundância de Ceratopogonidae foi altamente correlacionada com Culicidae (0,84) e Drosophilidae (0,96). A maioria das larvas das duas primeiras famílias são coletoras ou filtradoras (MERRIT & CUMMINS 1984) e alimentam-se primariamente de pequenos animais aquáticos, algas e partículas de detritos ou raspam microorganismos aderidos à superfície de substratos submersos.

O pequeno volume de precipitação nos meses que antecederam os primeiros meses de coleta, pode ter permitido um maior acúmulo dos recursos acima citados, sustentando um maior número de imaturos dessas famílias. O aumento da precipitação nos meses seguintes pode ter diminuído o acúmulo de matéria orgânica, desfavorecendo grandes quantidades de imaturos.

Vale ressaltar que todos os exemplares de Drosophilidae foram encontrados em pequenas quantidades de água acumulada nas flores das bromélias, não sendo encontrados no eixo foliar central. A sua presença pode então estar associada ao período de floração das bromélias. Juntamente com as larvas de Drosophilidae, também foram encontradas nas flores, larvas de Tipulidae e Syrphidae. Esta água contém um alto teor de nutrientes provenientes do néctar e outras secreções florais e por isso pode ser um local mais atrativo a oviposição por parte das fêmeas, juntamente com o fato de haver menor competição por espaço e recursos neste ambiente.

Já a abundância ao longo do ano de Chironomidae, a família mais abundante dentre os dípteros, foi correlacionada com a flutuação populacional de Tipulidae (0,71). As larvas dessas duas famílias têm significativa importância ecológica, tanto por serem detritívoras como também por seu papel energético, principalmente a família Chironomidae, devido a grande biomassa total das numerosas larvas (tanto como consumidores quanto presas). A separação dos recursos ecológicos por um grande número de espécies da família, presumivelmente fornece a estabilidade biótica de ecossistemas aquáticos (MERRIT & CUMMINS 1984), incluindo aqueles formados por bromeliáceas.

Mesmo com a ampla variedade de hábitos alimentares das larvas de quironomídeos, a maioria dos imaturos encontrados tanto da família Chironomidae quanto da família Tipulidae parece ter os mesmos hábitos: detritívoros de matéria orgânica em decomposição e fragmentos de microorganismos associados que se acumulam nestes ambientes. Poucas larvas de quironomídeos da subfamília Tanypodinae, possivelmente predadoras foram encontradas. Novamente, os resultados das correlações, estão possivelmente relacionados com a disponibilidade de recursos, já que essas comunidades são claramente controladas por mecanismos reguladores “bottom-up” e não “top-down” (RICHARDSON *et al.* 2000), nas quais não há um controle populacional por predadores de topo de cadeia, mas sim pela disponibilidade de recursos abióticos, tais como luz ou nutrientes, ou bióticos (produtores).

Com relação à Coleoptera, as famílias encontradas também de um modo geral já haviam sido registradas em outros trabalhos de levantamento de fauna em ambientes fitotélmicos. MESTRE *et al.* (2001), registraram um grande número de famílias de Coleoptera, inclusive todas as registradas no presente estudo.

Assim como as famílias de Diptera, a abundância da Ordem ou das famílias não apresentou correlação com a precipitação acumulada (15, cinco, três ou um dia antes da coleta). Novamente, outros fatores podem estar regulando estas variações de abundância.

Houve uma total dominância da família Scirtidae, que chegou a representar 96,7% do total de coleópteros. Esse resultado é similar ao encontrado por MESTRE *et al.* (2001) e OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004), onde

a família Scirtidae foi o táxon mais abundante dentre todos. Mesmo sendo a taxonomia e ecologia da família pobremente conhecida, suas larvas passam por quatro a oito ínstares e tornam-se adultas dentro de aproximadamente um ano. Por isso talvez a grande presença de vários ínstares na fitotelmata das bromélias, já que elas fornecem um ambiente estável por muito tempo, podendo ser vantajoso para o seu desenvolvimento quando comparado com outros ambientes mais efêmeros (brácteas de *Heliconia*, por exemplo). Elas tendem a permanecer abaixo da superfície do filme d'água, obtendo oxigênio do ar através de um espiráculo modificado no segmento oito, alimentando-se de detritos de ramos e folhas. O grande acúmulo desses materiais no eixo foliar das Bromeliaceae também pode explicar a alta abundância das larvas dessa família.

Outra família da ordem Coleoptera, representativa em número de indivíduos foi Lampyridae, que também já havia sido registrada por outros trabalhos (MESTRE *et al.* 2001, MARCONDES & PINHO 2005). Os lampirídeos são conhecidos por terem larvas aquáticas habitantes de outros ambientes, como lagoas, lagos e riachos, porém, assim como Scirtidae, informações sobre a biologia das larvas são escassas.

As outras famílias registradas pertencentes a ordem Coleoptera tiveram poucos exemplares coletados, Curculionidae (cinco), Staphylinidae (um) e Hydrophilidae (um), por isso não foram utilizados nas análises de abundância e correlação entre si e com a precipitação acumulada.

5.2. Fauna de Syrphidae encontrada em Bromeliaceae

Como já citado anteriormente, são poucos os registros para imaturos de Syrphidae se utilizando de Bromeliaceae no seu desenvolvimento. MESTRE *et al.* (2001), não encontraram nenhum sirfídeo nas suas amostras, provavelmente devido à pequena amostra (N=20).

MARCONDES & PINHO (2005) trabalhando em Florianópolis, Santa Catarina, com armadilhas de emergência, também não coletaram nenhum sirfídeo. Mais uma vez o baixo número amostral pode ter sido o responsável. No presente estudo, foram coletadas apenas 33 larvas, com uma frequência relativa baixa, de 0,024.

De forma diferente, OSPÍNA-BAUTISTA *et al.* (2004) encontraram grande número de larvas, em um total de 85, pertencentes a três gêneros: *Pipiza* (13), *Eristalis* (68) e *Xilota* (4); nenhum deles ainda conhecidos habitando a fitotelmata de Bromeliaceae. Os autores trabalharam somente com *Tillandsia turneri* e igualmente, Syrphidae não figurou entre os táxons mais abundantes.

As 33 larvas encontradas no presente estudo, mesmo sem sua identificação em espécie ser possível, devido à ausência de chaves para imaturos, apresentaram diferenças morfológicas substanciais, no mínimo três morfo-espécies puderam ser reconhecidas, todas pertencendo a subfamília Eristalinae.

Em outros ambientes fitotélmicos, Syrphidae parece ser mais comum e abundante, como por exemplo, em brácteas de *Heliconia*, ambiente bastante estudado (RICHADSON & HULL 2000; RICHARDSON *et al.* 2000).

RICHADSON & HULL (2000) encontraram dois gêneros *Copestylum* e *Qhichuana*, cada um com uma espécie, configurando-se entre os táxons mais abundantes (frequência relativa variando de 0,01 a 0,06), ambos os táxons também foram encontrados no presente estudo, porém, com frequências relativas muitíssimo menores.

RICHARDSON *et al.* (2000), comparando comunidades de Bromeliaceae e *Heliconia*, também encontraram grande quantidade de larvas de sirfídeos em brácteas de *Heliconia*, contudo não registraram sequer uma larva de Syrphidae, na fitotelmata das Bromeliaceae, em quatro anos de estudo. Comparativamente, as brácteas de *Heliconia* parecem ser um local mais atrativo a oviposição para Syrphidae, provavelmente em virtude da grande oferta de nutrientes de *Heliconia*.

Também se têm registrado Syrphidae ocorrendo em outros ambientes; PARADISE (2004) identificou *Mallota posticata* como terceiro díptero mais comum em comunidades de ocos de árvores, na região central da Pensilvânia, Estados Unidos da América.

Em internódios de bambus, na ilha de Florianópolis, os imaturos de Syrphidae também são bem representados na comunidade (GERSON AZULIM MÜLLER, comunicação pessoal).

Algumas análises foram conduzidas com relação à frequência relativa de Syrphidae e variáveis ambientais (precipitação, diâmetro e número de folhas das plantas), mas faltam na literatura trabalhos relacionados, para comparação dos resultados. De dezembro a março foi coletada a grande maioria das larvas e em muitos meses elas estiveram ausentes das coletas. A maior frequência relativa acompanha os resultados para a abundância e riqueza de táxons e pode estar relacionada com as variações da precipitação, mesmo os resultados da regressão não apontarem relação com a precipitação ($r^2 = 0,0021$, $p = 0,8865$) já que com um menor volume de água, diminui também a disponibilidade de recursos provenientes da lixiviação, dieta alimentar de todas as larvas encontradas, desfavorecendo a oviposição dos sirfídeos com larvas saprófagas. O fato da frequência relativa de sirfídeos não ter se relacionado com nenhuma das variáveis testadas nas análises de regressão (diâmetro e número de folhas, além da precipitação, anteriormente citada) pode estar relacionado ao baixo número de imaturos coletados ($N=33$). Também não foi perceptível nenhuma diferença quando analisados a abundância ou a composição da macrofauna. Mais dados sobre a biologia das larvas e adultos se fazem necessários para um entendimento maior de como os Syrphidae selecionam e utilizam estes habitats disponíveis tão conspícuos na Região Neotropical.

5.3. Sirfídeos adultos obtidos em laboratório

5.3.1. Gêneros obtidos

Os gêneros cujas larvas chegaram até o estágio adulto foram *Quichuana* Knab, *Copestylum* Macquart e *Lejops* Rondani.

Gênero *Quichuana* Knab

Quichuana é um grupo de moscas endêmico da região Neotropical, cujas larvas apresentam um longo sifão respiratório, sendo encontradas apenas em bromélias e outras epífitas similares. Apenas 26 espécies são conhecidas, a espécie com distribuição mais setentrional ocorre no México (Durango) e a com distribuição mais ao sul, ocorre na Argentina (Tucumán) (THOMPSON 2005).

Gênero *Copestylum* Macquart

Gênero endêmico do Novo Mundo, porém a maioria das espécies ocorre na Região Neotropical. Com cerca de 400 espécies, está juntamente com *Cheilosia*, como o gênero mais especioso da família. As larvas são saprófagas e se desenvolvem em matéria vegetal em decomposição, mais freqüentemente em caules e platiclados de cactos (Cactaceae), tocos de banana apodrecendo (Musaceae), mamão (Caricaceae), exudados de árvores de timbó (*Enterolobium timbouva*, Fabaceae) e alguns ambientes fitotélmicos como brácteas de *Heliconia* (Strelitziaceae) e Bromeliaceae (ROTHERAY *et al.* 2007).

Gênero *Lejops* Rondani

O gênero possui 34 espécies, distribuindo-se nas regiões Paleártica, Paleotropical, Africana, Neártica, além da região Neotropical, ocorrendo na América Central e do Sul. A maioria das espécies registradas são da América do Norte (13), incluindo o Ártico. As larvas são aquáticas e se desenvolvem em vários ambientes. Esse foi o primeiro registro deste gênero habitando a fitotelmata das bromélias (THOMPSON 2005).

5.3.2. Criação dos estágios larvais

Somente 11 imaturos foram levados aos laboratório para criação. Até julho de 2007, não havia na literatura a descrição de alguma metodologia para tal. Somente a partir da publicação do trabalho de ROTHERAY *et al.* (2007) foi possível estabelecer a metodologia utilizada para a criação das larvas coletadas em Bromeliaceae. Mesmo assim, foram realizadas algumas modificações e adaptações a fim de facilitar a manipulação e a obtenção de alguns dados, como por exemplo, a data de empupação. Coincidentemente, a partir de então, a freqüência relativa de Syrphidae caiu bastante e poucos indivíduos puderam ser coletados.

Os gêneros obtidos possuem larvas saprófagas, filtradoras de microorganismos aquáticos. Nenhuma larva predadora foi coletada ou o adulto obtido. ROTHERAY *et al.* (2000) obtiveram de larvas da Costa Rica, oito

espécies do gênero *Ocyptamus*, duas identificadas, um *Ocyptamus luctuosus* (Bigot) e outro *Ocyptamus wulpianus* (Lynch Arribalzaga); com os outros seis não foi possível chegar à identificação a nível específico; outros dois Syrphidae obtidos foram *Copestylum circumdatum* (Walker) e *Copestylum cordiae* (Townsend), estes dois oriundos de bromélias de Trinidad. Estes registros de ROTHERAY *et al.* (2000) foram os primeiros para larvas do gênero *Ocyptamus* ocorrendo em ambientes aquáticos, bem como os primeiros registros de larvas predadoras de Syrphidae em ambientes fitotélmicos. Tal fato ajuda a explicar a alta diversidade deste gênero na Região Neotropical, uma vez que as Bromeliaceae são comuns e amplamente distribuídas nesta Região, e a diversificação de *Ocyptamus* em sua fitotelmata pode envolver muitas espécies. Porém, é desconhecido se há especificidade de *Ocyptamus* à espécies de bromélias. Sabe-se que o estado de decomposição da matéria orgânica e a quantidade de água são fatores importantes para o desenvolvimento dos imaturos.

Os gêneros *Lejops* e *Quichuana* foram registrados pela primeira vez ocorrendo na fitotelmata de Bromeliaceae. *Quichuana* já havia sido registrado habitando brácteas de *Heliconia* (RICHARDSON & HULL 2000; RICHARDSON *et al.* 2000), já para o gênero *Lejops* foi o primeiro registro em qualquer ambiente fitotélmico. Com relação a *Copestylum*, além das duas espécies citadas acima, outras 23, das quais 22 eram espécies novas, foram registradas por ROTHERAY *et al.* (2007), trabalhando em vários países das Américas. Todos os três gêneros são pobremente conhecidos, apesar de *Copestylum* rivalizar com *Cheilosia* como o gênero com maior número de espécies dentro da família Syrphidae (ROTHERAY *et al.* 2007), com cerca de 400 espécies. Dentre todas estas espécies, até recentemente existiam dados para apenas 27, muitas vezes não publicados, associados com espécimes em museus. Outro exemplo do pouco conhecimento desses gêneros é que o pupário de *Lejops* está sendo descrito pela primeira vez.

Em bromélias terrestres com grande acúmulo de matéria orgânica nas suas bases, ROTHERAY *et al.* (2007) obtiveram em torno de 12 larvas por planta, um número muito maior que o registrado aqui. Mesmo sem mensurações formalmente feitas, as bromélias amostradas no trabalho de ROTHERAY *et al.* (2007), provavelmente deveriam ter um tamanho maior

quando comparadas com as bromélias do Parque Estadual Rio da Onça. Dentre as 23 espécies encontradas, duas novas espécies de *Copestylum* foram registradas habitando bromélias terrestres, *Copestylum joei* Rotheray & Hancock e *Copestylum puyarum* Rotheray & Hancock, entre folhas secas em decomposição na base de um pedúnculo floral morto, em bromélias da Costa Rica; estas duas espécies foram encontradas ocorrendo juntas na mesma planta. O indivíduo de *Copestylum* obtido no presente trabalho não parece pertencer a nenhuma dessas duas espécies supracitadas.

Os adultos obtidos destas larvas apresentaram padrões de coloração mais crípticos que miméticos, quando comparados com outras espécies que habitam ambientes abertos. Na luz difusa das florestas tropicais as vantagens de padrões crípticos sobre os miméticos são óbvias. Com exceção de *Lejops barbiellinii*, os sirfídeos obtidos no trabalho também apresentaram padrões de coloração crípticos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A macrofauna associada às plantas da família Bromeliaceae, registrada neste estudo, é similar a de outros trabalhos realizados tanto em regiões relativamente próximas (Serra do Mar, Estado do Paraná, Brasil) quanto em outros países. As fitotelmata destas plantas abrigam um grande número de espécies e muitos organismos se utilizam das mesmas para desenvolver seu ciclo de vida completo ou algum estágio dele. As bromélias apresentam uma fauna característica, com três ou quatro táxons dominantes, sendo a maioria dos táxons representada por poucos indivíduos. A abundância e a riqueza da macrofauna que habita este tipo de ambiente fitotelmico estão relacionadas a muitos fatores ambientais e bióticos e as relações entre os diversos organismos que utilizam tais ambientes, mesmo que temporariamente, são complexas.

A precipitação acumulada, variável ambiental analisada, mostrou no geral, ter pouca influência sobre a abundância dos táxons, como mostrado nas regressões e correlações. As correlações entre a abundância das famílias e a precipitação acumulada em intervalos menores, tiveram valores maiores, que aqueles tomados 15 dias antes da realização das coletas. A pouca influência da precipitação acumulada reforça a necessidade da inclusão de outros fatores ambientais nas análises, que possam estar exercendo algum papel no microclima dessas comunidades.

Algumas famílias se mostraram muito bem adaptadas a estes ambientes, ressaltando a família Scirtidae (Coleoptera) que esteve presente com grande quantidade de indivíduos durante o ano todo. Chironomidae e Tipulidae (Diptera) também foram bem representadas na comunidade.

A família Syrphidae foi encontrada com baixa frequência absoluta e relativa no presente estudo, mas o registro de imaturos e a obtenção de adultos a partir de larvas de pelo menos três gêneros diferentes, reforça a idéia que muitas espécies ainda são desconhecidas nestes ambientes e que o sucesso evolutivo de alguns grupos na Região Neotropical, pode estar associado a utilização oportuna da fitotelmata das Bromeliaceae.

O conhecimento sobre os organismos que habitam ambientes fitotélmicos é ainda muito escasso. Existe grande necessidade da realização de inventários de fauna em distintos ecossistemas e regiões geográficas, principalmente nos trópicos, onde o número de organismos é muito grande e o número de pesquisadores é pequeno. A ausência de especialistas em muitos grupos e a falta de informações sobre a biologia das formas imaturas e até mesmo de adultos, dificultam a identificação de muitos indivíduos e conseqüentemente o entendimento mais profundo sobre a estrutura e a complexidade das relações existentes entre os organismos nas comunidades fitotélmicas e de um modo geral.

O presente trabalho tem como intuito indicar e orientar futuros projetos relacionados à fauna de Bromeliaceae, mostrando os táxons que ocorrem com maior abundância e constância. Muitos táxons apresentaram um número de indivíduos muito baixo, incluindo a família Syrphidae, o que dificulta o entendimento entre as relações destes com o ambiente no qual estão inseridos. Os táxons mais abundantes por sua vez, poderiam ser tomados separadamente para estudos mais aprofundados tanto taxonômicos quanto ecológicos. Dentre estes podemos citar, por exemplo, as famílias Scirtidae (Coleoptera) e Chironomidae (Diptera), que apresentaram grande número de indivíduos durante o ano todo. Alguns objetivos a serem desenvolvidos seriam a identificação dos imaturos destas famílias no menor nível taxonômico possível (gênero ou espécie), a obtenção de dados sobre morfologia e biologia das espécies presentes (por exemplo, o tempo de desenvolvimento dos imaturos e os hábitos dos adultos) e o registro de um número maior de variáveis ambientais que influenciam tanto a riqueza quanto a diversidade destas comunidades. A obtenção destes dados poderia fornecer inúmeras informações relevantes para o entendimento de como tais grupos utilizam de maneira tão oportuna estes tipos de ambientes fitotélmicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, D.S., V.C. SILVA & M.I.P.A. BALBI. 2002. Estado de conhecimento dos Diptera neotropicais. **Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PriBES 2**:29-36.
- ANACLETO, A. 2001. **Cultivo de bromélias e plantas ornamentais**. EMATER-PARANÁ. Relatório técnico, Guaratuba, 18 p.
- ARAGÃO, G. 1999. **O mundo das bromélias**. São Paulo, São Paulo, 1^a ed.
- ARAÚJO, D.S.D. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. Pp: 337-347. In: U. Seelinger (ed.), **Coastal plant communities of Latin America**. San Diego, Academic Press.
- ARMBRUSTER, P.R., A. HUTCHINSON & P. COTGREAVE. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. **Oikos 96**: 225-234.
- ARRUDA, V.L.V. 1997. Uso de recursos florais por sirfídeos (Diptera: Syrphidae) e interações com outros visitantes. **Naturalia 22**: 163-178.
- ARRUDA, V.L.V., M. SAZIMA & A.E. PIEDRABUENA. 1998. Padrões diários de atividades de sirfídeos (Diptera: Syrphidae) em flores. **Revista Brasileira de Entomologia 41(2-4)**: 141-150.
- BARBOSA, J. B. F. 2002. **Reprodução, dispersão primária e regeneração de *Manilkara subserícea* (Mart.) Dubard, *Podocarpus sellowii* Klotzch e *Tapira guianensis* Aubl. em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Paranaguá – PR**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 163p.
- BARRERA, R. 1996. Species concurrence and the structure of a community of aquatic insects in tree holes. **Journal of Vector Ecology 21**: 66-80.
- BENZING, D.H. 1980. **The biology of bromeliads**. California, Mad River Press, 304p.
- BENZING, D. H. **Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation**. New York: Cambridge University Press, 2000, 690 p.
- BEUTELSPACHER, B.C.R. 1971a. Una bromeliácea como ecosistema. **Biología (México) 2(7)**: 82-87.

- BEUTELSPACHER, B.C.R. 1971b. Fauna de *Tillandsia caput-medusae* E. Morren 1880 (Bromeliaceae). **Anales do Instituto Biológico. Universidad Nacional Autónoma, Mexico (Ser. Zool.) 43**: 25-30.
- BORROR, D.J. & D.M. DELONG. 2004. **Introduction to the Study of Insects**. New York, 7th ed. Ed. Brooks/Cole.
- BRANQUART, E. & J.L. HEMPTINNE. 2000. Selectivity in the exploitation of floral resources by hoverflies (Diptera: Syrphinae). **Ecography 23**: 732-742.
- BRAUER, F. 1883. Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wien III. **Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematische-Naturwissenschaftliche Klasse 47**: 1-100.
- BSI- Bromeliad Society International. **What are Bromeliads**. Disponível em: <http://bsi.org/>. Acesso em: 20 set. 2007.
- CARVALHO, A.L. & E.R. CALIL. 2000. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia de São Paulo 41(15)**: 223-241.
- CODY, M.L. 1975. Towards a theory of continental species diversities. In: Cody, M.L. and Diamond, J.M. (eds). **Ecology and evolution of communities**. Belknap, p. 214-257.
- COSTA, C., J.A. VANIN & S.A. CASARI. 1988. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. Ed. Chen, 282p.
- COTGREAVE, P., M.J. HILL & D.A.J. MIDDLETON. 1993. The relationship between body size and population size in bromeliad tank faunas. **Biol. J. Linn. Soc. 49**: 367-380.
- COWGILL, S.E., S.D. WRATTEN & N.W. SOTHERTON. 1993. The selective use of floral resources by the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on farmland. **Ann. Appl. Biology 122**: 223-231.
- DEJEAN, A. & I. OLMSTED 1997. Ecological studies on *Aechmea bracteata* (swartz) (Bromeliaceae). **J. Nat. Hist. 31**: 1313-1334.
- DEVRIES, P.J., D. MURRAY & R. LANDE. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biol. J. Linn. Soc. 62**: 343-364.
- DIAS, S. C. & A.D. BRESOVIT. 2004. Microhabitat selection and co-occurrence of *Pachistopelma rufonigrum* Pocock (Araneae, Theraphosidae) and *Nothroctenus fuxico* sp. Nov. (Araneae, Ctenidae) in tank bromeliads of

- Serra de Itabaiana, Sergipe, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21**: 789-796.
- DISNEY, R.H.L. 1994. **Scuttle flies: The Phoridae**. London: Chapman and Hall.
- DOMINGUES, R.A.P., H.R.L. PUGIALLI & J.M. DEITZ. 1989. Densidade e diversidade de fauna fitotelmata em bromélias de quatro tipos de florestas degradadas. **Revista Brasileira de Biologia** **49**: 125-129.
- DUFFIELD, R.M. 1981. Biology of *Microdon fuscipennis*, with interpretations of the reproductive strategies of *Microdon* species North of Mexico. **Proceedings Entomological Society of Washington** **83**: 716-724.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2000. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: SPI, 412 p.
- FERNÁNDEZ, H.R. & E. DOMÍNGUEZ. 2001. **Guía para determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.
- FERRAR, P. 1987. A guide to the breeding habitats and immature stages of Diptera, Cyclorhapha. **Entomonograph** **8, parts 1 and 2**. Vinderup, E.J. Brill/Scandinavian Science Press Ltd.
- FISH, D. 1976. **Structure and composition of the aquatic invertebrate community inhabiting epiphytic bromeliads in south Florida and the discovery of a insectivorous bromeliad**. Tese de Ph.D. University of Florida, Gainesville, 87p.
- FONTOURA, T., A. COSTA & T. WENDT. 1991. Preliminary checklist of the Bromeliaceae of Rio de Janeiro State, Brazil. **Selbyana** **12**: 5-45.
- FRANK, J.H. & G.A. CURTIS. 1981. Bionomics of the bromeliad-inhabiting mosquito *Wyeomyia vanduzeei* and its nursery plant *Tillandsia utriculata*. **Florida Entomologist** **64**: 491-506.
- FRANK, J.H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitos. Pp. 101-128. In: H. Frank & P.L. Lounibos (eds.), **Phytotelmata: terrestrial plants as hosts of aquatic insects communities**. New Jersey, Plexus Publishing Inc.
- FRANK, J.H., S. SREENIVASAN, P.J. BENSHOFF, M.A. DEYRUP, G.B.EDWARDS, S.E. HALBERT, A.B. THOMAS, M.D. LOWMAN, E.L. MOCKFORD. R.H. SCHEFFRAHN, G.J. STECK, M.C.THOMAS, T.J.

- WALKER & W.C.WELBOURN. 2004. Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia* (Bromeliales:Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. **Florida Entomologist** **87**: 176-185.
- GARNETT, W.B., R.D. AKRE & E. SEHLKE. 1985. Cocoon mimicry and predation by myrmecophilous Diptera (Diptera: Syrphidae). **Florida Entomologist** **68**: 615-621.
- GILBERT, F.S. 1981. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. **Ecological Entomology** **6**: 245-262.
- GILBERT, F.S. 1993. Hoverflies. **Naturalist's Handbooks** **5**. 2nd ed, Richmond Press, Slough.
- GROSSI, F. 2000. **Aspectos da nutrição nitrogenada in vitro e atividade da redutase de nitrato em uma espécie de bromélia**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 116p.
- HADEL, V. F. 1989. **A fauna associada aos fitotelmata bromelícolas da Estação Ecológica da Juréia – Itatins (SP)**.
- HANSEN, R.A. 2000. Effects of habitat complexity and compositions on a diverse litter micro-arthropod assemblage. **Ecology** **81**: 1120-1132.
- HARMANN, W.N. 1972. Bentic substrates: their effect on a freshwater molluscs. **Ecology** **56**: 271-272.
- HASLETT, J.R. 1989. Interpreting patterns of resource utilization: randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. **Oecologia** **78**: 433-442.
- HENRIQUES, R.P.B., D.S.D. ARAÚJO & J.D. HAY. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** **9**: 173-189.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 1994. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 45 p.
- JENKINS, B., R.L. KITCHING & S.L. PIMM. 1992. Productivity, disturbance and food web structure at a local spatial scale in experimental container habitats. **Oikos** **65**: 249-255.
- KALIFE, C. 1995. **Contribuição ao conhecimento da anatomia ecológica de folhas de *Aechmea ornata* Baker e *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná - Curitiba, 157p.

- KITCHING, R.L. 1987. Spatial and temporal variation in food webs in water-filled treeholes. **Oikos** **48**: 280-288.
- LAESSLE, A.M. 1961. A micro-limnological study of Jamaican bromeliads. **Ecology** **42**: 499-517.
- LEME, E. M. C. 1998. **Canistrum. Bromélias da Mata Atlântica. Rio de Janeiro**: Salamandra, 108 p.
- LIOY, P. 1864. I Ditteri distribuiti secondo un nuovo metodo di Classificazione naturale (Syrphidi). **Atti dell' Instituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti Venezia** **9**: 738-760.
- LOPEZ, L.C.S. 1997. **Comunidades aquáticas em tanques de bromélias: zonação e sucessão**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LUCAS, K.E. 1975. **Tank bromeliads and their macrofauna from cloud forests of Chiapas, Mexico**. Dissertação de Mestrado San Francisco State University, 82p.
- MARCONDES, C.B. & L.C. PINHO. 2005. First description of an emergence trap for bromeliads and preliminary results with collections from southern Brazil (Insecta: Diptera and others). **Studia Dipterologica** **12**: 3-7.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnología**. Barcelona, Omega , 1010p.
- MARINONI, L. & F.C. THOMPSON. 2003. Flower flies of the southeastern Brazil (Diptera: Syrphidae). Part I. Introduction and new species. **Studia Dipterologica** **10**: 565-578.
- MCALPINE, J.F. 1987. **Manual of Nearctic Diptera, vol. 1 e 2**. Ottawa, Ontario, Biosystematics Research Centre, 1330p.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS. 1984. **An introduction to the aquatic insects of North America**, 2nd ed. Iowa, Kendall/Hunt Dubuque, 722p.
- MESTRE, L.A.M., J.M.R. ARANHA & M.L.P. ESPER. 2001. Macroinvertebrates fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the atlantic forest (Paraná State, Southern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **44**: pp. 89-94.
- METCALF, C.L. 1916. Syrphidae of Maine. **Bulletin Maine Agricultural Experimental Station** **253**: 1-123.

- MORI, S.A., B.M. BOOM & G.T. PRANCE. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia** **33**: 233-245.
- MURARO, D. 2006. **Germinação em substratos alternativos ao xaxim e aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich.: subsídios a reprodução sustentável**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 81p.
- NAHOUM, P. 1994. Bromélia. **Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias** (1): p. 1- 40.
- OCHOA, M.G., M.C. LAVIN, F.C. AYALA & A.J. PEREZ. 1993. Arthropods associated with *Bromelia hemisphaerica* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Morelos, México. **Florida Entomologist** **76**: 616-621.
- OLIVEIRA, M.G.N., C.F.D. ROCHA & T. BAGNALL. 1994. A comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L.B. Smith. **Bromélia** **1**: 22-29.
- OSPÍNA-BAUTISTA, F., J.V. ESTÉVEZ-VARÓN, J. BETANCUR & E. REALPE-REBOLLEDO. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) em un bosque alto andino colombiano. **Acta Zoológica Mexicana** **20**(1): 152-166.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1981. Collembola asociados a *Tillandsia* (Bromeliaceae) na al Derrame Lavico del Chichinautzin, Morelos, Mexico. **Southw. Entomologic** **6**: 87-98.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. 1982. Microartrópodos asociados a bromeliáceas. **Actas VIII Congresso Latino Americano de Zoologia** **1**: 535-545.
- PAOLETTI, M.G., R.A.J. TAYLOR & B.R. STINNER. 1991. Diversity of soil fauna in the canopy and forest floor of a Venezuelan cloud forest. **J. Trop. Ecol.** **66**: 557-566.
- PARADISE, C.J. 1998. Colonization and development of insects in simulated treehole habitats with distinct resource and pH regimes. **Ecoscience** **5**: 39-45.
- PARADISE, C.J. 2004. Relationship of water and leaf litter availability to insects inhabiting treeholes. **J. N. Am. Benthol. Soc.** **23**: 793-805.

- PEKKARINEN, A. 1998. Oligolectic bee species in northern Europe (Hymenoptera:Apoidea). **Entomol. Fenn.** **8**: 205-241.
- PES, A.M.O., N. HAMADA & J.L. NESSIMIAN. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **49(2)**: 181-204.
- PICADO, C. 1913. Les broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. **Bulletin Scientifique France et Belgique** **5**: 215-360.
- POMPELLI, M. F. 2002. **Morfogênese in vitro, métodos de micropropagação e conservação de germoplasma de *Dyckia distachya* Hassler**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 93p.
- POR, F.D. 1992. **Sooretama the atlantic rain forest of Brazil**. SPB Academic Publishing, 130p.
- REITZ, R. 1983. **Bromeliáceas, e a malária-bromélia endêmica. Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Santa Catarina, Brasil, 808 pp.
- RICHARDSON, B.A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of fauna diversity in a neotropical forest. **Biotropica** **31**: 321-336.
- RICHARDSON, B.A. & G.A. HULL. 2000. Insect colonisation sequences in bracts of *Heliconia caribaea* in Puerto Rico. **Ecological Entomology** **25**: 460-466.
- RICHARDSON, B.A., M.J. RICHARDSON, F.N. SCANTENA & W.H. MCDOWELL. 2000. Effects of nutrient availability and other elevational changes on bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico. **Journal of Tropical Biology** **16**: 167-188.
- ROCHA, C.F.D., L. COGLIATTI-CARVALHO, D.R. ALMEIDA & A.F.N. FREITAS. 1997. Bromélias: ampliadoras da biodiversidade. **Bromélia** **4**: 7-10.
- RODERJAN, C. V. 1980. **Caracterização da vegetação do parque florestal Rio da Onça no município de Matinhos-PR**. Curitiba, UFPR, 15 p.
- ROTHERAY, G.E. 1993. Colour guide to hoverfly larvae (Diptera:Syrphidae) in Britain and Europe. **Dipterist Digest** **9**: 1-156.

- ROTHERAY, G.E. 1999. Descriptions and a key to the larval and puparial stages of north-west European *Volucella* (Diptera: Syrphidae). **Studia Dipterologica** 6: 103-116.
- ROTHERAY, G.E. & F.S. GILBERT. 1999. Phylogeny of Palaearctic Syrphidae (Diptera): evidence from larval stages. **Zoological Journal of the Linnean Society** 127: 1-112.
- ROTHERAY, G.E., M. ZUMBADO, E.G. HANCOCK & F.C. THOMPSON. 2000. Remarkable aquatic predators in the genus *Ocyptamus* (Diptera: Syrphidae). **Studia Dipterologica** 7: 385-398.
- ROTHERAY, G.E., E.G. HANCOCK & M.A. MARCOS-GARCÍA. 2007. Neotropical *Copestylum* (Diptera: Syrphidae) breeding in bromeliads (Bromeliaceae) including 22 new species. **Zoological Journal of the Linnean Society** 150: 267-317.
- RUPERT, E.E., R.S.FOX & R.D. BARNES. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. 7th ed. Brooks/Cole Thomson Learning Inc., 1145p.
- RUPP, L. 1989. **The mid-European species of *Volucella* as commensals and parasitoids in the nests of bees and social wasps: studies on host finding, larval biology and mimicry**. Tese de Doutorado. Albert Ludwigs Universität, Freiburg.
- SALAMANDRA, N.S. 1977. Biota em *Gusmania berteroniana* y *Vriesea sientenisii* (Bromeliaceae), em bosque pluvial de Luquillo, Puerto Rico. **Actualidades Biológicas** 6: 2-7.
- SEIFERT R.P. & F.H. SEIFERT. 1976a. A Heliconia insect community in a Venezuelan cloud forest. **Ecology** 60: 462-467.
- SEIFERT R.P. & F.H. SEIFERT. 1976b. Natural history of insects living in inflorescences of two species of Heliconia. **New York Entomological Society** 84: 233-242.
- SEMA/SP. Resolução SMA 48. 2004. **Lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção**. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/legislacao.htm>. Acesso em: 14 out. 2007.
- SILVA, J.G. & G.V. SOMNER. 1984. A vegetação de restinga na Barra de Maricá, RJ. In: **Restingas: origem, estrutura e processos**. (L.D. Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira e B. Turcq, orgs.), Niterói, CEUFF, p.217-225.

- SMART, J. 1938. Note on the insect fauna of the bromeliad *Brocchinia micrantha* (Baker) Mez of British Guiana. **Entomologist's Monthly Magazine** **74**: 198-200.
- SOTA, T., M. MOGI & E. HAYAMIZU. 1994. Habitat stability and the larval mosquito community in treeholes and other containers on a temperate island. **Researches in Population Ecology** **36**: 93-104.
- STÅHLS, G., H. HIPPA, G.E. ROTHERAY, J. MUONA & F. GILBERT. 2003. Phylogeny of Syrphidae (Diptera) inferred from combined analysis of molecular and morphological characters. **Systematic Entomology** **28**: 433-450.
- THOMPSON, F.C. 1990. Biosystematic information: Dipterists ride the third wave. In: Kosztarab M., Schaefer C.W. eds. **Systematics of the North American Insects and Arachnids: Status and Needs**. Virginia Agricultural Experiment Station Information Series 90-1, 179-201.
- THOMPSON, F.C. 1999. Key to the genera of the flower flies (Diptera:Syrphidae) of the Neotropical Region including descriptions of new genera and species and a glossary of taxonomic terms. **Contributions on Entomology International** **3**: 319-378.
- THOMPSON, F.C. (editor) 2005. **Biosystematic Database of World Diptera**, Versão 7.5. <http://www.diptera.org/byosis.htm>. Acesso em: 28 de fev. 2008.
- THOMPSON, F.C., J.R. VOCKEROTH & Y.S. SEDMAN. 1976. Family Syrphidae. Catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States. **Papéis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo** **46**: 1-195.
- TONN, W.M. & J.J. MAGNUSON. 1982. Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in northern Wisconsin lakes. **Ecology** **63**: 137-154.
- VOCKEROTH, J.R. & F.C. THOMPSON. 1987. Family Sirphidae. **Manual of Nearctic Diptera, vol. 2** (ed. J.F. McAlpine), p.713. Hull, Quebec, Canada. Agriculture Canada, Canadian Government Publishing Center.
- WASER, N.M. 1986. Flower constancy definition, cause and measurement. **Am. Nat.** **127**: 593-603.
- WERCKLÉ, C. 1909. **La subregion fitogeográfica costarricense**. Sociedad Nacional de Agricultura de Costa Rica, San José, 55p.

- WHEELER, W.M. 1921. A new case of parabiosis and the "ant gardens" of British Guiana. **Ecology (2)**: p. 89-103.
- WHEELER, W.M. 1942. The epiphytic Bromeliaceae and their fauna, p.133-143. In: Studies of Neotropical ant plants and their ants. **Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard 90**: 1-262, pl. 1-56.
- WITTMAN, P. K. 2000. The animal community associated with canopy bromeliads of the Lowland Peruvian Amazon Rain Forest. **Selbyana, 21(1-2)**: p. 48-51.
- WOLDA, H. 1983. Spatial and temporal variation in abundance in tropical animals. In: **Tropical Rain Forest: Ecology and Management** (ed. S.L. Sutton, T.C. Whitmore and A.C. Chadwick), p. 93-105. Special Publication no.2 of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ZAHL, P.A. 1975. Hidden worlds in the heart of a plant. **National Geographic 147**: 388-397.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, 3 ed. Prentice-Hall Inc. 662p.

